

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-332814

(43)Date of publication of application : 21.11.2003

(51)Int.Cl. H01Q 1/00
H01Q 9/04
H01Q 13/08

(21)Application number : 2003-059084

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 05.03.2003

(72)Inventor : SAKIYAMA KAZUYUKI
OKAZAKI YASUNAO
OKAJIMA MICHIO

(30)Priority

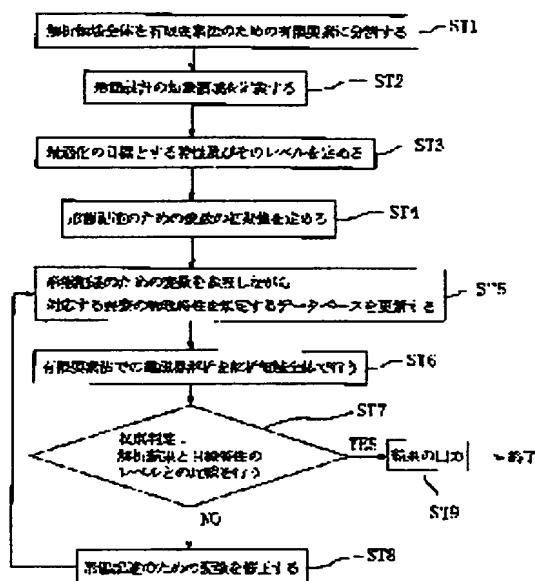
Priority number : 2002061886 Priority date : 07.03.2002 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR DESIGNING ANTENNA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an antenna design which properly finds an optimum antenna form having required characteristics out of many combinations for acceptable forms and does not need an experienced designer.

SOLUTION: A method for designing an antenna comprises a step ST1 for dividing a two-dimensional or three-dimensional analyzing area into a plurality of elements; a step ST2 for defining the variables that describe the form of an antenna included within the analyzing area; a step ST4 for setting the form of the antenna described by the variables by setting the variables; a step ST6 for calculating an electromagnetic field pattern of the analyzing area caused by the form of the antenna determined in the step ST4; and a step ST7 for evaluating the characteristics of the antenna on the basis of the electromagnetic field pattern calculated in the step ST6. The steps ST4 to ST7 are sequentially or parallel executed concerning a plurality of different variables, thereby obtaining the results of characteristic evaluation of an individual antenna having a form described by each of a plurality of variables and determining the form of the antenna on the basis of the results of the characteristic evaluation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step (a) which defines the variable which describes the gestalt of the antenna contained in the analysis field of two-dimensional or a three dimension, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (b), The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (b) (c), The step which performs characterization of said antenna based on the field pattern called for in said step (c) (d), By performing said said from step (b) to step (d) sequential or in juxtaposition about an implication and two or more different variables The design approach of an antenna of obtaining the result of the characterization of each antenna which has the gestalt described by each of two or more of said variables, and determining the gestalt of an antenna based on the result of this characterization.

[Claim 2] The design approach of the antenna according to claim 1 which describes the gestalt of each antenna by making into a variable the group of the sign which divided the field which is going to form an antenna in said analysis field in two or more cels arranged in the shape of an array, and assigned it to said two or more cels at said step (a).

[Claim 3] The design approach of the antenna according to claim 1 which describes the gestalt of an antenna with the variable which divided the field which is going to form an antenna in two or more cels arranged in the shape of an array, and expressed the existence of the conductor in each cel with said step (a) by the matrix.

[Claim 4] The design approach of the antenna according to claim 3 which repeats said step (d) from said step (b) so that it may be completed as the request range by the property of an antenna using a gene algorithm.

[Claim 5] a conductor [in / at said step (a), the field which is going to form an antenna is divided in two or more cels arranged in the shape of an array, and / each cel] — the design approach of the antenna according to claim 1 which describes the gestalt of an antenna with the variable which expressed the pulse duty factor with the matrix.

[Claim 6] The design approach of the antenna according to claim 5 which repeats said step (d) from said step (b) so that it may be completed as the request range by the property of an antenna using a neural network.

[Claim 7] The design approach of an antenna given in either of claims 1-6 which ask for the field pattern in an analysis field at said step (c) using the finite element method, including further the step which divides said two or more elements as a finite element in the finite element method.

[Claim 8] The design approach of an antenna according to claim 6 that said step (a) defines a variable by using the finite element in said antenna design object domain as said cel, including further the step which divides the whole field surrounding an antenna design object domain and an antenna design object domain to said finite element.

[Claim 9] The step which defines a morphogenesis means to form the gestalt of an antenna in adjustable (a), The step which defines the variable for specifying the gestalt of an antenna using said morphogenesis means (b), The step which forms the gestalt of an antenna with said morphogenesis means using the variable defined by said step (b) (c), The step which measures

the property of the antenna formed at said step (c) (d), The design approach of the antenna characterized by repeating said step (e) from said step (c) including the step (e) which distinguishes whether the property of the antenna detected in said step (d) is in the request range until the property of said antenna becomes the request range.

[Claim 10] two or more conductors which have been arranged to the antenna formation field in said morphogenesis means, and were separated at said step (a) — with an element each — a conductor — the design approach of the antenna according to claim 9 which forms the gestalt of said antenna by the connection element for switching between elements to a flow and un-flowing and the migration device for moving this connection element defining, and controlling said migration device by said step (c).

[Claim 11] The design approach of the antenna according to claim 9 or 10 which measures any one property at least among the gain of an antenna, directivity, and an impedance, and distinguishes whether the level of any one property is in the request range at least among the gain of an antenna, directivity, and an impedance in said step (e) at said step (d).

[Claim 12] The design approach of an antenna according to claim 11 of searching for the property of an antenna at said step (d) also using the signal from an external instrument.

[Claim 13] It is the method of a design method of the mark antenna which designs an antenna using a gene algorithm. The space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension is divided in two or more cels. The step which describes the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and encodes the gestalt of an antenna by it (a), The step which evaluates the property of each antenna of having the gestalt described by each sign which sets up the population of said sign and constitutes said population (b), The step which performs hereditary actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation, and updates said population based on the result of an implication and said evaluation (c), The design approach of the antenna using a gene algorithm of determining the gestalt of an antenna with the property which exceeds the predetermined criteria of said evaluation by repeating said step (b) and said step (c).

[Claim 14] A means (b) to define a means (a) to divide the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements, and the variable which describes the gestalt of the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable A means to perform to set up the gestalt of the antenna described by said variable (c), A means to ask for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined with said means (c) (d), A means to perform characterization of said antenna based on the field pattern called for in said means (d) (e), About a preparation and two or more different variables by performing processing from said control setting to the property of said antenna sequential or in juxtaposition Design equipment of an antenna which obtains the result of the characterization of each antenna which has the gestalt described by each of two or more of said variables, and determines the gestalt of an antenna based on the result of this characterization.

[Claim 15] It is design equipment of the antenna which designs an antenna using a gene algorithm. The space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension is divided in two or more cels. A means to describe the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and to encode the gestalt of an antenna by it (a), A means to evaluate the property of an antenna of having the gestalt described by each sign which sets up the population of said sign and constitutes said population (b), By performing actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation, having a means (c) to update said population, based on the result of said evaluation, and repeating evaluation of the property of said antenna, and updating **** of said population Design equipment of the antenna which determines the gestalt of an antenna with the property exceeding the predetermined criteria of said evaluation.

[Claim 16] To a computer the step (b) which defines the variable which describes the gestalt of the step (a) which divides the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements, and the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (c),

✓ The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (c) (d), It is based on the field pattern called for in said step (d). By performing the step (e) which evaluates the property of said antenna, and performing said said from step (c) to step (e) sequential or in juxtaposition about two or more different variables further The computer program which makes the evaluation result of the property of each antenna of having the gestalt described by each of two or more of said variables compute. [Claim 17] The space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension is divided in two or more cels to a computer. The step which describes the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and encodes the gestalt of an antenna by it (a), The step which evaluates the property of an antenna of having the gestalt described by each sign which prepares the population of said sign and constitutes said population (b), Based on the result of said evaluation, hereditary actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation is performed. The computer program which performs the step (c) which updates said population, and repeats and performs said step (b) and said step (c) further.

[Claim 18] The array of two or more conductor elements which do not function as an antenna if it dissociates mutually and each is independent, The coupling means as which two or more conductor elements which combined in electromagnetism at least two conductor elements chosen from said two or more conductor elements, and were combined are operated as one antenna element, It has the dielectric layer which supports said two or more conductor elements. Said coupling means The antenna which has the switching element which can connect electrically said two or more selected conductor elements, The drive circuit which generates the signal which drives said two or more switching elements, The step which divides the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements to a computing element and said computing element (a), the step (b) which defines the variable which describes the gestalt of the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (c), The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (c) (d), It is based on the field pattern called for in said step (d). By performing the step (e) which evaluates the property of said antenna, and performing said said from step (c) to step (e) sequential or in juxtaposition about two or more different variables further Equipment equipped with the memory which makes the evaluation result of the property of each antenna of having the gestalt described by each of two or more of said variables compute and which stored the computer program.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the design of the antenna used for transmission and reception of electromagnetic waves, such as microwave and a millimeter wave, and relates to the design of the optimal antenna for the Personal Digital Assistant which used wireless especially, and the device for networks (the so-called wireless LAN) of a personal computer. Moreover, this invention relates also to various kinds of equipments equipped with the designed antenna.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in fields, such as TV and radio, in order to receive the electromagnetic wave of an image and a picture signal, or in order to send, various kinds of antennas are developed. such an antenna — for example, lines, such as effective area antennas, such as a parabolic antenna and a reflecting mirror antenna, and a dipole antenna, a patch antenna, — array antennas, such as an antenna, and a flat antenna, a slot antenna, are known.

[0003] About these antennas, many amelioration for the purpose of saying [how factors, such as directivity, gain, and an impedance, are improved] is repeated. According to the direction which receives the frequency of the electric wave transmitted and received, and an electric wave, it is designed and the gestalt and installation location of an antenna are set to optimize the above-mentioned directivity, gain, and an impedance.

[0004] If the size (parameters, such as width of face, die length, and thickness) of each part of the antenna is changed little by little after choosing the antenna considered to have the gestalt which suited the predetermined application as an approach of designing such an antenna, the technique of optimizing an antenna gestalt is adopted by evaluating an antenna property.

[0005] It may carry out to evaluation of the antenna property in this case by making the antenna with which a gestalt differs from the case where it is carried out based on the field pattern for which it asked by the simulation as an experiment, and actually measuring an antenna property. Such a design approach of an antenna is indicated by the patent reference 1.

[0006]

[Patent reference 1] JP,9-51224,A [0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since according to the conventional antenna design approach it depends for the initial value of a design parameter on the gestalt of the antenna set up first and the gestalt is chosen based on experience of a designer, time amount required for a design may make it huge with a designer's level of skill, or the optimal gestalt may not be reached.

[0008] Moreover, in the conventional design approach, it is neither by the simulation nor count, and since it is necessary to enforce many antennas with which gestalten differ to make an antenna as an experiment actually and evaluate a property, there is also a problem that the burden of the cost and time amount which a design takes is large.

[0009] The main purpose of this invention is not based on a designer at experience, but is to offer the design approach of the antenna which can determine the antenna gestalt which demonstrates a required antenna property, and design equipment.

[0010] Moreover, other purposes of this invention are to offer the equipment which can change the gestalt of an antenna dynamically, enforcing the design approach of the above-mentioned antenna.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The approach of the antenna by this invention the step (a) which defines the variable which describes the gestalt of the antenna contained in the analysis field of two-dimensional or a three dimension, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (b), The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (b) (c), It is based on the field pattern called for in said step (c). By performing said said from step (b) to step (d) sequential or in juxtaposition about two or more different variables including the step (d) which performs characterization of said antenna The result of the characterization of each antenna which has the gestalt described by each of two or more of said variables is obtained, and the gestalt of an antenna is determined based on the result of this characterization.

[0012] In a desirable operation gestalt, at said step (a), the field which is going to form an antenna in said analysis field is divided in two or more cels arranged in the shape of an array, and the gestalt of each antenna is described by making into a variable the group of the sign assigned to said two or more cels.

[0013] In a desirable operation gestalt, at said step (a), the field which is going to form an antenna is divided in two or more cels arranged in the shape of an array, and the variable with which the existence of the conductor in each cel was expressed by the matrix describes the gestalt of an antenna.

[0014] In a desirable operation gestalt, said step (d) is repeated from said step (b) so that it may be completed as the request range by the property of an antenna using a gene algorithm.

[0015] a conductor [in / in a desirable operation gestalt, the field which is going to form an antenna is divided at said step (b) in two or more cels arranged in the shape of an array, and / each cel] -- the variable which expressed the pulse duty factor with the matrix describes the gestalt of an antenna.

[0016] In a desirable operation gestalt, said step (d) is repeated from said step (b) so that it may be completed as the request range by the property of an antenna using a neural network.

[0017] In a desirable operation gestalt, it asks for the field pattern in an analysis field at said step (c) using the finite element method, including further the step which divides said two or more elements as a finite element in the finite element method.

[0018] In a desirable operation gestalt, a variable is defined as said finite element at said step (a) by using a finite element [in / in ***** / said antenna design object domain] as said cel, including a step further in the whole field surrounding an antenna design object domain and an antenna design object domain.

[0019] The step which defines a morphogenesis means by which the design approach of other antennas by this invention forms the gestalt of an antenna in adjustable (a), The step which defines the variable for specifying the gestalt of an antenna using said morphogenesis means (b), The step which forms the gestalt of an antenna with said morphogenesis means using the variable defined by said step (b) (c), The step which measures the property of the antenna formed at said step (c) (d), Including the step (e) which distinguishes whether the property of the antenna detected in said step (d) is in the request range, said step (e) is repeated from said step (c) until the property of said antenna becomes the request range.

[0020] In a desirable operation gestalt at said step (a) two or more conductors which have been arranged to the antenna formation field in said morphogenesis means, and were separated -- with an element each -- a conductor -- the gestalt of said antenna is formed by the connection element for switching between elements to a flow and un-flowing and the migration device for moving this connection element defining, and controlling said migration device by said step (c).

[0021] In a desirable operation gestalt, at said step (d), any one property is measured at least among the gain of an antenna, directivity, and an impedance, and it distinguishes whether the level of any one property is in the request range at least among the gain of an antenna,

directivity, and an impedance by said step (e).

[0022] In a desirable operation gestalt, the property of an antenna is searched for at said step (d) also using the signal from an external instrument.

[0023] The design approach of the antenna of this invention is the design approach of an antenna of having used the gene algorithm. The space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension is divided in two or more cels. The step which describes the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and encodes the gestalt of an antenna by it (a), Set up the population of said sign and the step (b) which evaluates the property of each antenna of having the gestalt described by each sign which constitutes said population is included. By performing hereditary actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation, and repeating the step (c) which updates said population, and said step (b) and said step (c) based on the result of said evaluation The gestalt of an antenna with the property exceeding the predetermined criteria of said evaluation is determined.

[0024] The design equipment of the antenna of this invention a means (b) to define a means (a) to divide the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements, and the variable which describes the gestalt of the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable A means to perform to set up the gestalt of the antenna described by said variable (c), A means to ask for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined with said means (c) (d), Based on the field pattern called for in said means (d), it has a means (e) to perform characterization of said antenna. About two or more different variables, by performing processing from said control setting to the property of said antenna sequential or in juxtaposition The result of the characterization of each antenna which has the gestalt described by each of two or more of said variables is obtained, and the gestalt of an antenna is determined based on the result of this characterization.

[0025] Other antenna design equipments of this invention divide the space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension in two or more cels. A means to describe the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and to encode the gestalt of an antenna by it (a), A means to evaluate the property of an antenna of having the gestalt described by each sign which sets up the population of said sign and constitutes said population (b), Based on the result of said evaluation, hereditary actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation is performed. The gestalt of an antenna with the property exceeding the predetermined criteria of said evaluation is determined by having a means (c) to update said population and repeating evaluation of the property of said antenna, and updating **** of said population.

[0026] The step to which the computer program of this invention divides the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements to a computer (a), the step (b) which defines the variable which describes the gestalt of the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (c), The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (c) (d), It is based on the field pattern called for in said step (d). By performing the step (e) which evaluates the property of said antenna, and performing said said from step (c) to step (e) sequential or in juxtaposition about two or more different variables further The evaluation result of the property of each antenna of having the gestalt described by each of two or more of said variables is made to compute.

[0027] Other computer programs of this invention receive a computer. The space of two-dimensional [in which an antenna may be formed], or a three dimension is divided in two or more cels. The step which describes the gestalt of each antenna by agreement which consists of a numeric value assigned to said two or more cels, respectively, and encodes the gestalt of an antenna by it (a), The step which evaluates the property of an antenna of having the gestalt described by each sign which prepares the population of said sign and constitutes said population (b), Based on the result of said evaluation, hereditary actuation of the selection and **** to said population, and/or mutation is performed, the step (c) which updates said

population is performed, and said step (b) and said step (c) are repeated and performed further.

[0028] The array of two or more conductor elements which do not function as an antenna if it dissociates mutually and the equipment of this invention has independent each, The coupling means as which two or more conductor elements which combined in electromagnetism at least two conductor elements chosen from said two or more conductor elements, and were combined are operated as one antenna element, It has the dielectric layer which supports said two or more conductor elements. Said coupling means The antenna which has the switching element which can connect electrically said two or more selected conductor elements, The drive circuit which generates the signal which drives said two or more switching elements, The step which divides the analysis field of two-dimensional or a three dimension to two or more elements to a computing element and said computing element (a), the step (b) which defines the variable which describes the gestalt of the antenna contained in said analysis field, and by setting up said variable The step which sets up the gestalt of the antenna described by said variable and to perform (c), The step which asks for the field pattern of said analysis field produced according to the gestalt of the antenna determined at said step (c) (d), It is based on the field pattern called for in said step (d). By performing the step (e) which evaluates the property of said antenna, and performing said said from step (c) to step (e) sequential or in juxtaposition about two or more different variables further It has the memory which makes the evaluation result of the property of each antenna of having the gestalt described by each of two or more of said variables compute and which stored the computer program.

[0029]

[Embodiment of the Invention] First, the operation gestalt of the design approach by this invention is explained.

[0030] Drawing 41 is the flow chart Fig. showing an example of the procedure of the design approach of the antenna by this invention. Here, the design approach of the antenna using the analysis by the finite element method etc. is explained.

[0031] First, it divides into the fine element (finite element) for performing analysis according the whole analysis field to the finite element method at a step ST 1. This analysis field is the space of two-dimensional or a three dimension, and includes the field (antenna formation field) where an antenna is formed in that interior. That is, the "analysis field" in this specification is a field including the space field (or insulator) of not only the design object domain of an antenna but its perimeter etc.

[0032] next, the conductor which constitutes an antenna from a step ST 2 among analysis fields -- the field where a part may be arranged is defined as a design object domain of an antenna gestalt. The example of processing of these steps ST [ST1 and] 2 is explained below.

[0033] First, the 1st example is explained, referring to drawing 42 .

[0034] Drawing 42 (a) shows typically a part of two-dimensional "analysis field" in the case of designing a flat-surface mold antenna. The antenna 301 which contains four conductive members 302a-302d as a component is shown in drawing 42 (a). Although each of four conductive members 302a-302d currently illustrated has the rectangular flat-surface pattern, it will give a desired property to an antenna 301 by changing each these conductive members [302a-302d] configuration.

[0035] As shown in drawing 42 (b), the field in which each conductive members 302a-302d are located is chosen as an object domain of a gestalt design of an antenna, and this field is divided in two or more cels 303. Since the object domain of a gestalt design of an antenna is two-dimensional, it is desirable to arrange in the shape of [which a cel 303 also becomes from a line and a train] a matrix. When designing the three-dimension-gestalt of an antenna, it is desirable to arrange a cel 303 in three dimension.

[0036] Next, the existence of the conductor in each cel 303 is coded by "0" and "1" (coding). Supposing a conductor exists in the cel 303 by which hatching was carried out in drawing 42 (b) and a conductor does not exist in the cel 303 of the blank by which hatching is not carried out, the group of the numeric value shown in drawing 42 (c) will be obtained. The group of this numeric value forms the matrix which consists of an element x_{ij} (x_{ij} is 1 or 0 and is $i=M$ and $j=N$ (M and N are a positive integer)) corresponding to the gestalt of the conductor shown in drawing

42 (b). By the design approach by this invention, such a matrix is used as a variable which describes the gestalt of an antenna. In addition, a matrix is also three-dimension-ized when a cel 303 is arranged in three dimension.

[0037] The property of an antenna is expressed as a performance index using this variable depending on a matrix variable. Therefore, a matrix variable can be used for the actuation for evaluating and optimizing an antenna property.

[0038] Although nine perfect cels are indicated by drawing 42 (b) and drawing 42 (c) for simplification, the object domain of each gestalt design is divided by the cel of a $M \times N$ individual (M and N are a positive integer). For this reason, the matrix of a M line N train is prepared as a variable. Since the numeric value of "1" or "0" is given, the number of matrix variables becomes the element of a matrix with $M \times N$ of 2. although considering the gestalt of the antenna corresponding to a matrix variable the number of the gestalten will also exist [only $M \times N$ of 2] — the inside of it — a conductor — the pattern in which one does not have a cel corresponding to a part, and all the object domains — a conductor — the pattern filled by the part is also contained and the gestalt which does not operate normally as an antenna also exists.

[0039] the conductor which shows the group (matrix variable) of the numeric value shown in drawing 42 (c) to drawing 42 (b) so that clearly from the above explanation — the array of an element (each corresponds to a cel) is supported, and it is equivalent to what encoded the gestalt of an antenna (coding). In other words, the group of the numeric value shown in drawing 42 (c) is a sign expressing the gestalt of an antenna. In this invention, in order to describe the gestalt of an antenna using this sign, it becomes possible to deal with the gestalt of various antennas appropriately. By the conventional design approach, since the performance index was created by making into a variable the dimension of the particular part of an antenna with the gestalt set up beforehand, the antenna gestalt which can be described was limited to the very narrow range, and the antenna which has various gestalten only by numerical processing was not able to be dealt with. On the other hand, in this invention, since the variable which describes various antenna gestalten in the space of two-dimensional or a three dimension is prepared, it becomes possible to choose the gestalt of the arbitration which is not restrained by experience of a designer as initial value of a design process.

[0040] In this invention, an antenna property thus, instead of attaining optimization by making into a variable gestalt parameters with which the rereeling reel was beforehand given in order to describe the gestalt of an antenna, such as width of face of a conductor pattern, and die length In order to attain optimization of an antenna property using the train of the numeric value acquired by the above-mentioned coding, For example, by using the array of the numeric value "001 — 001 — 011 —", the optimum design using a gene algorithm (Genetic Algorithms), the rapid method of descent which calculates the minimal value becomes possible.

[0041] Hereafter, the case where the antenna design of this invention is performed using a gene algorithm is explained.

[0042] A gene algorithm is a study-algorithm called a "genetic algorithm" or a "genotype algorithm", and is an algorithm which copied in engineering the process in which a living thing was adapted and evolved into an environment.

[0043] The parameter for a design is expressed by the agreement (a character string or numerical group) called a chromosome (Chromosome) by the gene algorithm. Each of the antenna equipped with the gestalt specified by each design parameter is "an individual (Individual)", and the ensemble of an individual is the population (Population). To the initialized population, hereditary actuation of selection (Selection), **** (Crossover), mutation (Mutation), etc. is repeated, and is performed. And if evaluation based on a performance index is performed about each individual, the configuration of the following population is updated. That the individual (solution) which fulfills conditions exists in the population etc. ends a gene algorithm, when predetermined conditions are fulfilled.

[0044] In a gene algorithm, if **** is processed to an individual {1111} and an individual {0000}, an individual {1100}, an individual {0011}, etc. will be generated. Moreover, if mutation is processed to an individual {1111}, {1101} will be generated, for example. If the gestalt of an antenna is encoded

in a numerical train by the method mentioned above, it will become possible to perform the above genotype processings.

[0045] in addition, the thing for which "evaluation" can also be performed based on the field pattern which calculated the antenna property by the well-known approach, and an antenna is actually created, and an antenna property is measured — it can also carry out. The point important when applying a gene algorithm to an antenna design giving a special order is to change the antenna gestalt performed when the antenna gestalt which demonstrates a desired property is not found by processing of above-mentioned selection, ****, mutation, etc. (modification of the variable for gestalt description: retrieval of a solution).

[0046] Next, it is as follows when the gene algorithm mentioned above is explained referring to drawing 46 .

[0047] First, as shown in drawing 46 (a), the early population including many antenna gestalten is chosen. In drawing 46 (a), although four antenna gestalten are illustrated, it is chosen from this number in fact as an element of the population with which many gestalten were initialized. The criteria of selection may change according to the situation that the application of an antenna and an antenna are placed, especially, may not establish the criteria of selection but may also choose a gestalt as entire random. by a diagram, the matrix of 16 line x17 train shows — having — **** — a black part — a conductor — it is a part. Since it is $16 \times 17 = 272$, each antenna gestalt is expressed by 272 numerical C **** or the numerical matrix of "0" or "1." Therefore, the population includes two or more gestalten suitably chosen from 2217 gestalten.

[0048] Next, ***** mutation etc. is processed to the population. Since it encodes as it mentioned above, each gestalt shown in drawing 46 (a) is performed by processing also with numerical ***** mutation. In the example shown in drawing 46 (b), the gestalt which was not illustrated is formed in drawing 46 (a) of ***** mutation.

[0049] Next, it asks for the field pattern of the antenna of the gestalt shown in drawing 46 (b), and the property of an antenna is evaluated. Here, the antenna gestalt in which directivity exceeded a certain standard shall be chosen. Consequently, the gestalt shown in drawing 46 (c) is chosen, and the new population is constituted. Then, as which ***** processing is performed and it is shown in drawing 46 (d), a new gestalt is formed and the antenna which has these gestalten is evaluated. An antenna with the gestalt shown as a result of evaluation (for example, the right-hand side of drawing 46 (d)) may be most chosen as a directive gestalt of a high antenna.

[0050] such an approach — getting twisted — it is possible to find out the gestalt (solution) to search for out of various gestalten, and the configuration of the initialized population may be chosen ** [according to / a designer's level of skill].

[0051] the inside of the object domain of a gestalt design in the example explained above — setting — the conductor of an antenna — the field (black cel) to which a part exists — a logical value "1" — assigning — a conductor — although the logical value "0" is assigned to the field (white cel) to which a part does not exist, the approach of coding is not limited to this.

[0052] Next, other coding is explained, referring to drawing 43 .

[0053] Drawing 43 (a) - (b) is a drawing corresponding to drawing 42 (a) - (b), respectively. drawing 43 (b) and drawing 42 (b) are compared and understood — as — this example — a cel unit — a conductor — a conductor [in / it is not divided whether a part exists or not and / each cel 313] — the rate (conductor pulse duty factor) that a part occupies is encoded by the numeric value which is N bit. Drawing 43 (c) shows the matrix which consists of an element x_{ij} (x_{ij} is a K-bit variable and is $i=M$ and $j=N$ (M and N are a positive integer)) corresponding to the conductor pattern of drawing 43 (b). The matrix which describes the gestalt of an antenna can be made into a variable, and the performance index used as the target of the optimization which is the function of this variable can be defined.

[0054] the conductor of each [when coding shown in drawing 43 (a) - (c) describes the gestalt of an antenna] cel — the optimum design using the neural network who makes a pulse duty factor weighting is possible. this conductor — a pulse duty factor is specifically realized by the magnitude of opening formed in each cel etc.

[0055] in addition, a conductor — by assigning parameters other than the rate of monopoly to

each cel may describe the gestalt of an antenna. for example, the conductor in each cel — the thickness of a part, and a conductor — the sense of a part, and a conductor — the configuration of a part etc. is made adjustable, and even if it assigns the numeric value which specifies the parameter of that to a corresponding cel, it can encode.

[0056] By the approach illustrated above, after performing a step ST 1 and a step ST 2, in the step ST 3 shown in drawing 6 , the property of a required antenna and its level are defined. This property is the gain of an antenna, directivity, an impedance, etc. In addition, a step ST 3 may be performed before a step ST 1.

[0057] Next, it determines like the matrix which shows the initial value of the variable for gestalt description to drawing 42 (c) and drawing 43 (c) at a step ST 4. This step is equivalent to the step which prepares "the initialized population" (setup) with a gene algorithm.

[0058] At a step ST 5, the database which has specified the physical property of a corresponding element (finite element) is updated if needed, referring to the variable for gestalt description (for example, matrix). this physical property — the permeability of each element, and a conductor — they are a rate, a dielectric constant, etc.

[0059] In a step ST 6, electromagnetic-field analysis using the finite element method is performed in the whole analysis field. This electromagnetic-field analysis can be fundamentally performed by the well-known approach. An example of the procedure is explained below.

[0060] First, the equation used as the foundation of the analysis of electromagnetic field is drawn from the electromagnetic-field equation of a maxwell, and is expressed by the following equation (1).

[0061]

$$\text{rot}[\mu]-1 \text{ and } \text{rot}E+ [\sigma] (\delta E/\delta t) + [\epsilon] (\delta^2 E/\delta t^2) (1)$$

[0062] Here, for permeability and sigma, in a formula (1), conductivity and epsilon are [mu / electric field and delta of a dielectric constant and E] the operators of a partial differential. Moreover, E is a vector and mu, sigma, and epsilon are tensors.

[0063] In addition, although an equation (1) is an equation in the case of making electric field E into a variable, the equation which makes Field H a variable, and the equation which makes a variable electric field E and Field H are also drawn from the electromagnetic-field equation of a maxwell.

[0064] And the above-mentioned formula (1) is divided into the fine element (finite element) of an analysis field, E is approximated by discrete approximation in each element, and (1) is made into a matrix type. And the following formula (2) called a whole matrix type is drawn by superimposing this about all elements.

[0065]

$$[K] [E]+[C] (\delta [E] / \delta t)+[L] (\delta^2 [E] / \delta t^2)+[F(t)] =0 (2)$$

[0066] And a solution is computable by giving boundary condition to a formula (2). the multiplier vector to which it is a vector showing the unknown assumed discretely here since [E] approximates electric field E in the whole analysis field, and [K] becomes settled according to the gestalt of the tensor value of permeability mu, or an antenna — it is — [C] — the conductor of the cel of an antenna — it is the multiplier vector which becomes settled according to a rate pattern or a gestalt, and [L] is a multiplier vector which becomes settled according to the gestalt of the tensor value of a dielectric constant epsilon, or an antenna. Moreover, F (t) is a function showing the electric field which an antenna receives, or a current (in the case of the antenna for transmission) (when it is a receiving dish).

[0067] As already explained, according to the gestalt design of the antenna of this invention, let a field including the design object domain of an antenna, and the space field (or insulator) of the perimeter be an analysis field. Drawing 44 is drawing showing the component of the electric field E in one unit of the finite element which divided the analysis field used for the design approach of the 1st operation gestalt. the component of the electric field E in [in / as shown in drawing 44 / local coordinates (xi, eta, zeta)] each side of each finite element — E1 -E8 ** — it can express. And it has the same electric-field components E1-E8 between two or more finite elements which share each side. Therefore, when the simultaneous equations of only the number of a finite element are created from an equation (2), the boundary condition of these

simultaneous equations is defined and it solves by numerical analysis about many finite elements, it is electric-field component $E_1 - E_8$ of each finite element. It asks.

[0068] In addition, each of $[\mu]$ in a formula (1), $[\sigma]$, and $[\epsilon]$ is expressed as a tensor with nine components in local coordinates (x_i, η, ζ).

[0069] Here, if the conductor pattern of each cel of an antenna and the conditions of the perimeter become settled, the multiplier matrix $[K]$ in a formula (2), $[C]$, and $[L]$ will become settled. for example, the conductor of the cel in which the conductivity σ of the cel in which the conductor is formed is set to 1 in the example shown in drawing 42 (b) and (c), and the conductor is not formed, and surrounding space -- a rate can be set to 0. moreover -- the example shown in drawing 43 (b) and (c) -- the conductivity σ of each cel -- the conductor -- the value between 0 according to a pulse duty factor and 1 can be carried out, and the conductivity σ in surrounding space can be set to 0. Thus, if distribution of the conductivity σ in an analysis field is determined as initial condition, according to it, $[C]$ in a formula (2) will become settled. Since similarly the permeability μ and dielectric constant ϵ of each finite element become settled with the ingredient of each cel which constitutes an antenna, and the surrounding matter, the multiplier matrix $[K]$ and $[L]$ in a formula (2) become settled. Furthermore, electric-wave $F(t)$ inputted into an antenna is assumed to a certain value. If a formula (2) is solved on this condition, distribution of the electric field E in each finite element etc. can be found. Here, although the case where electric field E were searched for was explained, the same procedure can be taken also when searching for the field H of each finite element.

[0070] And the field pattern of the whole analysis field can be found by synthesizing the electromagnetic field of each finite element. This field pattern shows the level of the property defined at the step ST 3, such as gain of an antenna, directivity, and an impedance.

[0071] In addition, when the gestalt of an antenna can be changed dynamically, it is also possible to evaluate the antenna property over each gestalt by observation.

[0072] Next, it judges whether the level of the property acquired at the step ST 7 shown in drawing 41 as a result of analysis reaches the level of a request of a target property. When this judgment result is NO (i.e., when the level of the property of the designed antenna is not contained in the range of desired), it progresses to a step ST 8 and the variable (matrix) for describing the gestalt of an antenna is corrected. for example, the conductor of each cel 313 which increases the number of cels which has a conductor among each cel 303 shown in drawing 42 (b), or is shown in drawing 43 (b) -- it is changing a pulse duty factor etc. When based on a gene algorithm, a variable can be changed by processing selection, ***, mutation, etc. (renewal of the population).

[0073] And if processing of steps ST5-ST7 is repeated and the judgment result in a step ST 7 is set to YES until it is completed as the range of desired by the level of the antenna property acquired by the design of an antenna (i.e., if completed as the range of desired by the level of the property of an antenna), it will progress to a step ST 9 and the variable (matrix) showing the structure of a proper antenna will be outputted. The variable for describing the gestalt of this antenna is incorporated by the database, and serves as fundamental design data when producing an antenna.

[0074] According to the above approach, even if it does not actually complete the structure of an antenna, only analysis can design the gestalt of an antenna variously. When the finite element method is used especially, the detailed structure of an antenna can be designed with a sufficient precision.

[0075] Moreover, when a gene algorithm is used as an algorithm, the very thing which lapses into a local optimum solution like the rapid method of descent is avoided, and there is an advantage which may be quickly converged on an optimum solution. However, even if it can approach an optimum solution quickly only with a gene algorithm, there is no guarantee of converging on an optimum solution certainly. Then, after giving the aim of an optimum solution using a gene algorithm in the early stages of analysis, the neural network incorporating the rapid method of descent may be used. this operation gestalt is shown in drawing 43 (b) and (c), after a rough antenna pattern becomes settled at the beginning using a gene algorithm by making into a

variable the matrix of 0 and 1 pattern shown in drawing 42 (b) and (c) — as — the conductor of each cel — you may shift to the method using a neural network of having changed the pulse duty factor (weighting multiplier).

[0076] In addition, with this operation gestalt, it is considering as the finite element which shows the cel 103 shown in drawing 42 (b), and the cel 303 shown in drawing 43 (b) to drawing 43 . However, a finite element may be divided more finely than the cel for defining the structure of an antenna, or you may divide more greatly than a cel. However, since analysis of the electromagnetic field by the finite element method is directly performed in each part of an antenna by covering the field surrounding the design object domain of an antenna, and its perimeter, and dividing the finite element for the analysis of the finite element method in common like this operation gestalt, analysis becomes quickly and easy.

[0077] Next, other procedures of the design approach of the antenna by this invention are shown, referring to drawing 45 . Drawing 45 is the flow chart Fig. showing this procedure. Here, a gestalt explains the design approach of the antenna which may change dynamically.

[0078] First, the fundamental configuration of an antenna (device) is defined at a step ST 11. a configuration here — a flat antenna, a slot antenna, and a line — they are the class of antennas, such as an antenna, the configuration of the member which constitutes an antenna, an ingredient, etc.

[0079] Next, the concrete means for changing the gestalt of an antenna at a step ST 12 is defined. A gestalt is explained to a detail later about the concrete configuration of the antenna in which the dynamic thing made to change is possible.

[0080] The property made into the target of an antenna for a gestalt to change dynamically at a step ST 13, and its level are defined. This property is the gain of an antenna, directivity, an impedance, etc.

[0081] And the initial value of a variable for a step ST 14 to describe the gestalt of an antenna is determined. It is the matrix which describes the connection relation of the cel arranged in the shape of an array to be this variable like the 1st operation gestalt. For example, the matrix whose element x_{ij} is 0 or 1 about the gestalt in early stages of an antenna as shown in drawing 11 (b) can be described as a variable.

[0082] An antenna with the gestalt described at a step ST 14 by the step ST 15 is formed.

[0083] The property of a target antenna, for example, the gain of an antenna, directivity, an impedance, etc. are measured at a step ST 16 using various kinds of sensors.

[0084] It judges whether the level of the property detected at a step ST 17 as a result of measurement reaches the level of a request of a target property. When this judgment result is NO (i.e., when the level of the property of the designed antenna is not contained in the range of desired), it progresses to a step ST 18 and the variable for describing the gestalt of an antenna is corrected. For example, the matrix which is a variable for gestalt description is changed so that a conductor pattern may be changed.

[0085] And if processing of steps ST15-ST17 is repeated and the judgment result in a step ST 17 is set to YES until it is completed as the range of desired by the level of the property of the antenna obtained by the design of an antenna (i.e., if completed as the range of desired by the level of the property of an antenna), it will progress to a step ST 19 and the variables (matrix etc.) showing the structure of a proper antenna will be outputted. The variable for describing the gestalt of this antenna is incorporated by the database, and serves as fundamental design data when manufacturing an antenna.

[0086] The gestalt of the antenna designed based on the above-mentioned antenna design approach is shown in drawing 42 (b) or drawing 43 (b), and has the pattern [like]. For this reason, the length of one side of a cel is specified in the dimension of each part of an antenna as a unit. therefore — for example, a cel unit as shown in drawing 42 (b) — a conductor — the conductor which the part was arranged and was chosen if needed — if there is a gestalt adjustable antenna which can connect a part electromagnetic, an antenna with the gestalt described with a matrix variable will be produced, and actually measuring the property of such an antenna will be performed easily.

[0087] By the design approach of this invention, the group of the element arranged in the shape

of a matrix has prescribed the gestalt of an antenna so that it may understand from having explained above. for this reason, the gestalt of the antenna designed — a conductor — it has the gestalt which combined the cel.

[0088] Hereafter, the antenna suitably designed according to the design approach of the antenna by this invention is explained. As mentioned above, the antenna design approach of this invention divides an antenna formation field in many cels, and specifies the gestalt of an antenna with the combination of two or more cels. For this reason, if the gestalt of an antenna can be changed per cel, the antenna which has the gestalt designed by the design approach of this invention is promptly realizable. Then, the structure of an antenna and actuation which suited the design approach of this invention are explained in full detail below.

[0089] [Current control mold antenna] The fundamental description of the antenna designed suitable for the design approach of this invention is explained first, referring to drawing 1 (a) and drawing 1 (b). Here, the antenna of a "current control mold" is explained. Drawing 1 (a) shows the example of structure of the flat antenna of the current control mold with which the gestalt was fixed, and drawing 1 (b) shows the example of structure of the flat antenna of the current control mold which can change a gestalt.

[0090] In addition, in this specification, a "current control mold antenna" means the antenna with which the gestalt is designed paying attention to current (electric field) distribution. There is a magnetic-current control mold in an antenna apart from a current control mold. A "magnetic-current control mold antenna" means the antenna with which the gestalt is designed paying attention to magnetic-current (field) distribution.

[0091] The flat antenna of the conventional current control mold is equipped with the dielectric substrate 201 and the conductors 202 and 203 which have the specific pattern formed on the dielectric substrate 201 as shown in drawing 1 (a). These conductors 202 and 203 are formed by removing the garbage of that metal layer, after depositing for example, a metal layer on the dielectric substrate 1.

[0092] In the example currently illustrated, edge 102a of a conductor 202 functions as input port of the input signal to a device at the time of reception, and functions as an output port of the output signal from a device to the exterior at the time of transmission. [0093] In the above-mentioned conventional example, the conductor pattern is beforehand designed so that a desired antenna property may be acquired, and the gestalt of conductors 202 and 203 is being fixed on the dielectric substrate 201. For this reason, it is very difficult to change the gestalt of conductors 202 and 203.

[0094] On the other hand, the flat antenna of the current control mold shown in drawing 1 (b) has the cel array structure where many unit cells 10 were arranged for example, in the shape of a matrix. Each unit cell 10 forms the conductors 2 and 3 with the gestalt which functions as an antenna by making it flow through the group of the unit cell chosen from cel arrays mutually with the flow means which is not shown in drawing 1 (b), although it dissociates.

[0095] In the example of drawing 1 (b), the unit cell located in the flow field Rco is connected mutually. On the other hand, the group (unit-cell group in the non-flowing field Rnc) of the unit cell 10 which was not chosen from the cel array is in the condition of not flowing at all mutually or hardly flowing. The need of being removed does not have the group (unit-cell group in the non-flowing field Rnc) of the unit cell 10 which was not chosen, existed on a dielectric substrate. This is for the magnitude of each isolated unit cell 10 not to function substantially as some antennas, since it is small compared with the wavelength of an electromagnetic wave.

[0096] In addition, in the example shown in drawing 1 (a), edge 2a of a conductor 2 functions as input port of the input signal to a device in reception, and functions as an output port of the output signal from a device to the exterior in transmission.

[0097] The example of drawing 1 (a) connects the selected unit cell 10 electrically with a flow means, after determining which unit cell 10 is chosen among the arrays of a unit cell 10. In the desirable mode of this invention, at a certain time, other unit cells 10 and the unit cell (non-choosing unit cell) 10 which was not connected electrically are not removed, either, but exists on a dielectric substrate as it is. For this reason, it can also perform choosing that unit cell 10 and connecting with other unit cells 10 electrically with a flow means next.

[0098] Thus, according to the antenna shown in drawing 1 (a), it is possible to adjust the pattern (gestalt) of the element (antenna element) which functions as an antenna.

[0099] Generally, on the occasion of the design of a current control mold antenna, the configuration of an antenna element is determined that the current pattern corresponding to a desired antenna property is obtained. However, what it functions on as an antenna may be the combination pattern of not only a conductor pattern but a conductor and a dielectric. That is, even if the flowing current finally carries out a conductor when it comes to the input signal to a device, the electromagnetic wave also passed the dielectric and the property of a dielectric has affected the current which flows a conductor. For this reason, the elements which constitute an antenna are the both sides of a conductor and a dielectric. However, since most effects which these matter has on an electromagnetic wave can be disregarded unless conductors are extremely close when the matter with a very small dielectric constant exists between conductors like air, only a conductor pattern is dealt with as a pattern of an antenna element for convenience.

[0100] Hereafter, the fundamental difference with the antenna shown in drawing 1 (a) and the antenna shown in drawing 1 (b) is explained in more detail.

[0101] Although the current control mold antenna shown in drawing 1 (a) is a flat antenna, regardless of being a flat-surface mold, the conductor pattern which functions as an antenna, or the combination pattern of a conductor and a dielectric is defined almost uniquely according to the device by which an antenna is attached.

[0102] Generally, according to the sense and frequency band of an electromagnetic wave to receive, the configurations where the conductor part which functions as an antenna is desirable differ. Therefore, with the antenna which cannot change the configuration of the conductor part dynamically (reconstruction), in order to correspond to change of the sense of the electromagnetic wave to receive, the sense of an antenna needed to be changed. Moreover, when the frequency band of the electromagnetic wave to receive changes, two or more kinds of antennas corresponding to each frequency band are prepared beforehand, and it is necessary to switch the antenna used according to change of the frequency band of an electromagnetic wave to another antenna from a certain antenna.

[0103] On the other hand, in the current control mold antenna shown in drawing 1 (b), it is possible to only change what is electrically connected among unit cells 10, and to realize a variety of conductor patterns or the combination pattern of a conductor and a dielectric.

[0104] For example, when an antenna is attached and used for the Personal Digital Assistant in indoor space, the gestalt of the optimal antenna element changes depending on a class, magnitude, etc. of an equipment which are arranged the size of indoor space, and in it. The conductor pattern (or combination pattern of a conductor and a dielectric) which specifies the gestalt of an antenna can be changed into the optimal thing by changing selection of the unit cell 10 included in the flow field Rco in the cel array shown in drawing 1 (b) according to this change.

[0105] A [magnetic-current control mold antenna], next the flat antenna of a magnetic-current control mold are explained. Drawing 2 (a) shows the example of structure of the flat antenna of the magnetic-current control mold with which the gestalt was fixed, and drawing 2 (b) shows the example of structure of the flat antenna of the magnetic-current control mold which can change a gestalt.

[0106] The flat antenna of the magnetic-current control mold shown in drawing 2 (a) has the dielectric substrate 201 and the conductor 205 formed on the dielectric substrate 201. Edge 205a of a conductor 205 functions as input port of the input signal to a device at the time of reception, and functions as an output port of the output signal from a device to the exterior at the time of transmission. In the case of the magnetic-current control mold, the conductor pattern is designed so that the magnetic current corresponding to a desired antenna property may be acquired. Like the antenna shown in drawing 1 (a), since the conductor 205 is formed from the continuous metal layer, it is difficult the conductor to change the configuration.

[0107] On the other hand, the flat antenna of the magnetic-current control mold shown in drawing 2 (b) has the cel array structure where many unit cells 10 were arranged for example, on

the matrix. By making it flow through the unit-cell group in a cel array (unit-cell group in the mass field Ric) mutually, it is easy to form the conductor 5 which has a desired configuration. It does not flow through the unit-cell group (unit-cell group in the small capacity field Rdc) which was not chosen from the cel array at all, or hardly flows through it. Edge 5a of a conductor 5 functions as input port of the input signal to a device at the time of reception, and functions as an output port of the output signal from a device to the exterior at the time of transmission. [0108] In addition, although it does not exist physically, when considering the electromagnetic field of a RF, it is assumed as the "magnetic current" as a concept corresponding to a "current." It can be made to be able to respond to the ability of the vibrational state of the charge to the electric field which change in time to be expressed with a "current", and the vibrational state of the magnetic charge (or magnetization) to the field which changes in time can be grasped as the "magnetic current."

[0109] Also in the antenna of the magnetic-current control mold shown in drawing 2 (b), the pattern of the element (antenna element) which functions as an antenna can be easily changed like the antenna of the current control mold shown in drawing 1 (b). However, in a magnetic-current control mold antenna, the pattern of an antenna element is adjusted so that the magnetic-current pattern corresponding to a desired antenna property may be obtained.

[0110] Also in a magnetic-current control mold antenna, what it functions on as an antenna is also the combination pattern of not only a conductor pattern but a conductor and a dielectric. However, since most effects which these matter has on an electromagnetic wave can be disregarded when a conductor pattern is in the matter with a very small dielectric constant like air, only a conductor pattern is dealt with as a pattern of an antenna element for convenience.

[0111] In the magnetic-current control mold antenna shown in drawing 2 (a), the conductor pattern (or combination pattern of a conductor and a dielectric) which functions as an antenna is defined almost uniquely according to the device by which the antenna is attached.

[0112] On the other hand, in the magnetic-current control mold antenna shown in drawing 2 (b), the conductor pattern corresponding to change of various electromagnetic waves or the combination pattern of a conductor and a dielectric can be realized easily. For example, in attaching and using an antenna for a Personal Digital Assistant in indoor space, the optimal antenna element pattern changes depending on the class magnitude of the equipment arranged the size of indoor space, and in it etc. A conductor pattern can be changed into the optimal pattern by changing selection of the unit cell 10 included in the capacity increase field Ric in the cel array shown in drawing 2 (b). The difference with a current control mold antenna is in the point using the magnetic current which flows a conductor pattern with a magnetic-current control mold antenna as a parameter which judges whether it is the optimal pattern.

[0113] Generally, the antenna of a current control mold is constituted so that electric field may be excited, and the magnetic-current antenna is constituted so that a field may be excited. However, some things for which electric field are excited are also exciting the field actually, and a field is excited will also excite electric field. Therefore, one antenna may be able to say it also as a current control mold antenna and a magnetic-current control mold antenna.

[0114] Moreover, in a current control mold antenna, if the magnitude and the pattern of a current which flow an antenna element become settled, according to it, the magnitude and the pattern of the magnetic current will also become settled. On the contrary, in a magnetic-current control mold antenna, if the magnitude and the pattern of the magnetic current which flow an antenna element become settled, according to it, the magnitude and the pattern of a current will also become settled. In other words, controlling either the current produced to an antenna element or the magnetic current by transmission and reception of an electromagnetic wave will also control another side to coincidence. Therefore, although the direction which controls the pattern of an antenna element by making any of a current or the magnetic current into a parameter classifies an antenna into a current control mold antenna and a magnetic-current control mold antenna according to whether it is design top convenience for convenience, a difference essential to both is treated as what is not.

[0115] Changing the configuration of a conductor part, in order to give a specific gestalt to an

antenna by the design approach of the antenna of this invention shall include not only when the device by which the antenna is attached carries out automatically, but the case where a user carries out at any time. Moreover, the gestalt of an antenna element can be flexibly adjusted at the time of the assembly of a product, and shipment so that the cel array which a manufacturer becomes from many unit cells 10 as shown in drawing 1 (b) and drawing 2 (b) may be prepared and the class of device by which an antenna is used may suit a service space.

[0116] In addition, the antenna designed by this invention is not restricted to a flat antenna. for example, an effective area antenna and a line — the pattern of the antenna element of an antenna is also controllable. moreover, an antenna as shown in drawing 1 or drawing 2 — an effective area antenna and a line — it can use as some of antennas and slot antennas.

[0117] a conductor although effect is taken with the application of the design approach of this invention even if it is the antenna as which it uses for the above explanation and a gestalt is specified with a continuous conductor pattern among various kinds of antennas, as shown in drawing 1 (b) and drawing 2 (b) — the direction of the antenna as which a gestalt is specified by association of a cel conforms to the design approach of this invention. For this reason, the following operation gestalten explain the operation gestalt of the antenna of the type indicated to drawing 1 (b) to a detail.

[0118] The operation gestalt of the antenna suitably designed by the design approach of this invention is explained below [the operation gestalt of an antenna].

[0119] (1st operation gestalt) Drawing 3 (a) and drawing 3 (b) are the perspective views before and behind the assembly of the flat antenna of the current control mold concerning the 1st operation gestalt of this invention, respectively.

[0120] With this operation gestalt, first, as shown in drawing 3 (a), the dielectric substrate 1 with which the touch-down conductor plate 14 is formed in the rear face is prepared, and two or more conductor elements 12 are arranged on this substrate 1 in the shape of [which consists of a line and a train] a matrix. Moreover, with this operation gestalt, the microstrip line 11 close to three conductor elements 12 is formed on the dielectric substrate 1.

[0121] Each flat-surface configuration of the conductor element 12 in this operation gestalt is a square, and the size is also the same. Although arranged in the example shown in drawing 3 (a) in the field in which 24 conductor elements 12 have the appearance of an abbreviation square, the array pattern of a conductor element is not limited to this. Moreover, the configuration and size of each conductor element 12 do not need to be altogether set up equally on one dielectric substrate 1.

[0122] Die-length [of one side] a of each conductor element 12 is set up smaller than the wavelength of the electromagnetic wave to deal with. When dealing with the electromagnetism near 100GHz (wavelength of about 3mm), die-length a of the conductor element 12 is more specifically set as about 1.5mm. On the other hand, the thickness of the conductor element 12 is set to sufficient thickness with which are satisfied of the power and impedance matching nature of the electromagnetic wave transmitted and received.

[0123] The conductor element 12 of the condition which shows in drawing 3 (a) is separated mutually, and electric connection is not formed. Even if it irradiates an electromagnetic wave at the dielectric substrate 1 of this phase, since each conductor element 12 is smaller than that wavelength, a current required for transmission and reception of an electromagnetic wave does not arise in the array of the conductor element 12. For this reason, not each conductor element 12 of the condition which shows in drawing 3 (a) functions as an antenna.

[0124] In order to constitute an antenna using these conductor elements 12, the coupling means for combining the conductor element 12 of arbitration in electromagnetism is required. Here, in the example shown in drawing 3 (b), the connection element 13 is used as this coupling means.

[0125] A connection element 13 is formed on the conductor element 12 which overlaps two adjoining conductor elements 12 in the example shown in drawing 3 (b). The concrete structure and the formation approach of this connection element 13 are explained in detail later.

[0126] In order to transmit and receive an electromagnetic wave, a certain thing interconnects the adjoining conductor element 12 electrically among two or more connection elements 13, and other things do not connect conductor element 12 adjoining comrades electrically. For example,

although the connection element 13 with which hatching shown in drawing 3 (b) was performed is making it flow through conductor element 12 adjoining comrades, other connection elements 13 are not making it flow through conductor element 12 adjoining comrades. For this reason, a conductor pattern as shown in the lower right direction of drawing 3 (b) is formed on a substrate 1.

[0127] Thus, with this operation gestalt, the conductor pattern which functions as some antennas [at least] is formed by forming the array of the conductor element 12 beforehand on the dielectric substrate 1, and interconnecting electrically after that the conductor element 12 appropriately chosen from the array of the conductor element 12.

[0128] In the example shown in drawing 3 (a), the flat-surface configuration is arranged in the shape of [which the conductor element 12 of an abbreviation square becomes from a line and a train] a matrix. With the antenna of this operation gestalt, the flat-surface configuration of the conductor element 12 is not limited to a square. For example, as shown in drawing 4 (a), a flat-surface configuration may use the array of the conductor element 12 of a forward hexagon. Moreover, the array of the conductor element 12 of the rectangle shown in drawing 4 (b) and the array of the conductor element [being circular (or ellipse form)] 12 shown in drawing 4 (c) may be adopted. Furthermore, a conductor element with a triangle or other polygon configurations can also be used.

[0129] After forming a metal membrane on the dielectric substrate 1, it is possible by processing the metal membrane to set the flat-surface configuration and flat-surface layout of the conductor element 12 as arbitration. In addition, although each front face (top face) of each conductor element 12 currently illustrated is flat, irregularity exists in a front face and its potato is good.

[0130] There is also no need that all the conductor elements 12 that constitute one antenna have the same magnitude. As shown in drawing 5 (a), the size and the configuration of the conductor element 12 change according to the location on the dielectric substrate 1, and a potato is good.

[0131] Drawing 5 (b) shows the example of amelioration of the configuration of the conductor member which functions as an input/an output port. Thus, the conductor strip which has wavelength extent of an electromagnetic wave or the size beyond it exists in the interior of the array of the conductor element 12, and a potato is good for it.

[0132] Drawing 5 (c) shows the example to which the conductor element 12 with which magnitude differs from a flat-surface configuration is intermingled in one conductor element array. Also in this case, the size (in the case of a rectangle the die length of a long side) of each conductor element 12 is set up shorter than the wavelength of the electric wave transmitted and received.

[0133] Drawing 6 (a) shows the example of arrangement toward which the 45 degrees of the array directions of the conductor element 12 inclined to the array direction of the conductor element 12 in other examples.

[0134] Drawing 6 (b) shows the example in which two or more conductor section strips 11 which carry out an input/output port and may function are formed. in this case, according to the location of the circuit which should be connected to an antenna, the conductor strip 11 of a suitable location is chosen as an input/an output port — things — **

[0135] Drawing 6 (c) shows the example to which the conductor member which functions as an input/an output port is located in the center section instead of a periphery of the dielectric substrate 1. In this example of arrangement, the conductor member which functions as an input/an output port is connected to an external circuit through the beer prepared in the dielectric substrate.

[0136] With the antenna of this operation gestalt, the array pattern of the conductor element 12 is arbitrary, and is not limited to various kinds of examples of an array shown above. In addition, the earth electrode of a KOPURENA mold track may be formed with two or more conductor elements 12.

[0137] From the array of two or more conductor elements 12 arranged as mentioned above, the conductor element 12 of arbitration is chosen and the example of a means to connect them

mutually is explained below.

[0138] The 1st example **** and drawing 7 are referred to. In the example shown in drawing 7, the location of a connection element 13 is changed by the actuator. Specifically, a connection element 13 drives in the direction of a normal of the principal plane of a substrate 1 with actuators, such as a solenoid coil, a switch, and the control system 15 equipped with the power source. A connection element 13 can reciprocate between the 1st location in contact with two adjoining conductor elements 12, and the 2nd location which does not contact. Although the connection element 13 in the 1st location connects two corresponding conductor elements 12 electrically, the connection element 13 in the 2nd location separates two corresponding conductor elements 12 electrically. It is possible by moving two or more connection elements 13 alternatively with a control system 15 to the array of two or more conductor elements 12 to reconfigure the gestalt of an antenna element dynamically.

[0139] In addition, the actuator which used not only the thing using a solenoid coil but piezo-electricity as an actuator to which a connection element 13 is moved, the actuator by static electricity, and the actuator by the shape memory alloy can also be used. Such an actuator may be suitably produced using the ultra-fine processing technology which manufactures a micro machine. The above-mentioned actuator is functioning as a switching element which switches an electric flow / un-flowing between at least two conductor elements.

[0140] Instead of the user or manufacturer having an antenna of equipment (for example, personal digital assistant) changing the pattern (a gestalt or flat-surface layout) of an antenna element using a control system 15, the internal circuitry of equipment equipped with the antenna is able to change the gestalt of an antenna element dynamically and automatically according to a situation.

[0141] The 2nd example, next drawing 8 are referred to. In the example shown in drawing 8, the piece of a conductor which functions as a connection element 13 which connects the conductor element 12 electrically is arranged only in the location where the array of the conductor element 12 was chosen. To the conductor element 12 which should be separated electrically, the piece of a conductor has not prepared in the location which overlaps these. As such a piece of a conductor, the short strip formed from metals, such as aluminum, can be used. Contact between the piece of a conductor and the conductor element 12 may be performed using electroconductive glue.

[0142] In this example, since the location of a connection element 13 is not adjustable, the connection pattern of the conductor element 12 does not change dynamically. Therefore, it may be difficult for a user to change the gestalt of an antenna in this example. However, according to the example of drawing 8, in the manufacture phase, where the internal circuitry and antenna of said equipment are connected electrically, the manufacturer of equipment equipped with the antenna optimizes the gestalt of an antenna element, and can carry out the thing of it. The property of an antenna changes also with the properties of a circuit that it is connected. For this reason, it is difficult for an antenna independent to estimate the property of an antenna and to determine that optimal gestalt. Although the property of the antenna can be evaluated on the other hand if the conventional antenna is built into equipment and it connects with a circuit, it is difficult to change the gestalt of an antenna. On the other hand, in the example of drawing 8, removal of a connection element 13 is comparatively easily possible.

[0143] In addition, in drawing 7 and drawing 8, although one connection element 13 overlaps two conductor elements 12, the connection element 13 may be overlapped at three or more conductor elements 12.

[0144] In the 3rd example next ** which refers to drawing 9, and the example shown in drawing 9, switching transistor 13a is formed between two adjoining conductor elements 12. By turning switching transistor 13a on and off alternatively, electric connection / connectionless condition between two corresponding conductor elements 12 are controllable.

[0145] In drawing 9, each switching transistor 13a has Source S, Drain D, and Gate G, and can switch an electric flow / un-flowing between Source S and Drain D by adjusting the potential of Gate G. Each switching transistor 13a is formed from a thin film transistor, and is arranged on a substrate 1 at a matrix top. In order to operate such switching transistor 13a alternatively, a

non-illustrated drive circuit is used. A drive circuit can control actuation of two or more switching transistor 13a, and the required conductor element 12 can be electrically connected to alternative and mutual so that the gestalt of a request of an antenna element may be formed. [0146] Although the condition that transistor 13a is prepared in the conductor element 12 bottom (transceiver side side of an electromagnetic wave) is indicated by drawing 9 for intelligibility, being formed in the conductor element 12 bottom is desirable in fact. It is for wiring which interconnects transistor 13a not to have a bad influence on transmission and reception of the electromagnetic wave by the antenna.

[0147] In addition, you may control by the lightwave signal instead of controlling a switching element like transistor 13a by the voltage signal. In that case, the switching element which changes an electric flow / un-flowing by the exposure of light will be used. It becomes possible to set the connection pattern of the conductor element 12 only to the switching inhibition appropriately chosen among such arrays of a switching element freely by irradiating light.

[0148] (2nd operation gestalt) The 2nd operation gestalt of the antenna used suitable for this invention is explained, referring to drawing 10.

[0149] The point that the antenna of drawing 10 differs from the antenna shown in drawing 8 is in the point that the dielectric film 17 which consists of plastic film etc. is formed on the conductor element 12. Although it is close to the conductor element 12 through a dielectric film 17, it is relatively [element / 12 / conductor] separated from the non-choosing connection element 13 of the connection element 13 chosen among two or more connection elements 13.

[0150] Actuation of the antenna of drawing 10 is explained referring to drawing 11. Although the connection element 13 does not touch by existence of a dielectric film 17 as directly as the corresponding conductor element 12, its electric capacity between the correspondence ***** element 12 and a connection element 13 is relatively high. For this reason, in the electromagnetic field of a RF, the displacement current flows among both. It will be in the condition that a current may flow according to this displacement current between the conductor elements 2 which adjoin through a connection element 13. Moreover, since the electric capacity between the conductor element 12 and a connection element 13 becomes small when the connection element 13 is relatively separated from the dielectric film 17, the displacement current also becomes small. Therefore, the connection element 13 in such a location does not connect two connection element 13 corresponding comrades electrically substantially.

[0151] Thus, even if a dielectric film 17 intervenes between the conductor element 12 and a connection element 13, it is possible to connect the separated conductor element 12 electrically according to the displacement current which flows through a connection element 13.

[0152] In drawing 11, although the connection element 13 which is not used in order to connect the conductor element 12 electrically is indicated above the dielectric film 12, other dielectric films are formed between the connection elements 13 and dielectric films 12 which separated in this way, and a potato is good for it. In that case, distance between a connection element 13 and the conductor element 12 cannot be made adjustable. You may make it drive a connection element 13 with an actuator as replaced with such a configuration, for example, shown in drawing 7. If it does in this way, it will become possible by changing the location of a connection element 13 suitably to change dynamically the combination of the conductor element 12 with which the displacement current flows.

[0153] Moreover, as shown in drawing 8, the selected conductor element 12 is electrically connectable with the part which is going to make it flow through conductor element 12 downward comrades among dielectric films 17 by forming a connection element 13 alternatively. In that case, in the production process of equipment equipped with the antenna, it becomes possible to produce easily the antenna element which has a suitable gestalt.

[0154] Furthermore, switching transistor 13a shown in drawing 9 can also be used as a connection element 13. It is possible to switch dynamically the condition that conductor element 12 comrades flow, and the condition of being un-flowing, by turning on and off of switching transistor 13a.

[0155] (3rd operation gestalt) Drawing 12 (a) is the perspective view showing the appearance structure of the current control mold concerning the 3rd operation gestalt of the antenna used

suitable for this invention in order, respectively. Drawing 12 (b) is the perspective view showing the structure which removed the dielectric substrate and the conductor element from the antenna of this operation gestalt.

[0156] Also with this operation gestalt, as shown in drawing 12 (a), the conductor element 12 whose flat-surface configuration is a square is arranged in the shape of an array on the dielectric substrate 1 with which the touch-down conductor plate 14 is formed in the rear face. Die-length [of one side] a of each conductor element 12 is smaller than the wavelength of the electromagnetic wave to deal with, for example, when dealing with the signal near 100GHz (wavelength of about 3mm), die-length a of the conductor element 12 is about 1.5mm. Moreover, the thickness of the conductor element 12 is set to sufficient thickness with which are satisfied of the power and impedance matching nature of the electromagnetic wave transmitted and received. Moreover, on the dielectric substrate 1, the microstrip line 11 is formed so that three conductor elements 12 may be approached.

[0157] As shown in drawing 12 (b), the connection element 13 which overlaps two conductor elements 12 which adjoin each other under the array of the conductor element 12 is formed. In addition, although the connection element 13 has not appeared in drawing 12 (a) since it is covered by the conductor element 12 and the dielectric substrate 1, it is prepared all over the crevice formed in the dielectric substrate 1. Moreover, under the connection element 13, the actuator 18 for driving a connection element 13 up and down is attached. There are several kinds among the classes of this actuator 18, and concrete structure is explained later. And in order to control a current to desired magnitude and a pattern (or adjustment), like the 1st operation gestalt, a certain thing makes switch-on conductor element 12 comrades of both sides among each connection element 13, and other things are controlled to make conductor element 12 comrades of both sides into non-switch-on (or setup).

[0158] In addition, also in this operation gestalt, the dielectric film may intervene like the 2nd operation gestalt between a connection element 13 (or 13') and the conductor element 12 (or 12').

[0159] Next, the example about the means of control (or adjustment) of a flow and not flowing is explained. [of the conductor element 12 by the connection element 13] However, also in this operation gestalt, with non-switch-on, also when the feeble current which is extent which cannot be used as a signal is flowing, it shall contain.

[0160] 1st example drawing 13 (a) and (b) are the sectional views showing the structure of the actuator in the 1st example of the 3rd operation gestalt. As shown in this drawing, the actuator is constituted from this example by the solenoid coil, the spring, etc. And it is constituted so that a connection element 13 may switch the condition (refer to drawing 13 (b)) of contacting the conductor element 12, and the condition (refer to drawing 13 (a)) of becoming non-contact, by control of the circuit which has arranged the switch and the power source. It is possible for a user to adjust the pattern of a direct antenna element in the case of this example, or to control the pattern of an antenna element by the internal circuitry automatically to a proper pattern.

[0161] 2nd example drawing 14 (a) and (b) are the sectional views showing the structure of the actuator in the 2nd example of the 3rd operation gestalt. As shown in this drawing, the actuator is constituted from this example by the bearing bar for supporting a connection element 13 prepared rotatable by the lever which can be freely rotated to the circumference of the supporting point, and the lever. And it is constituted so that a connection element 13 may switch the condition (refer to drawing 14 (b)) of contacting the conductor element 12, and the condition (refer to drawing 14 (a)) of becoming non-contact, by control of the circuit which has arranged the switch and the power source. It is possible for a user to adjust the pattern of a direct antenna element in the case of this example, or to control the pattern of an antenna element by the internal circuitry automatically to a proper pattern.

[0162] 3rd example drawing 15 (a) and (b) are the sectional views showing the structure of the actuator in the 3rd example of the 3rd operation gestalt. As shown in this drawing, the actuator is constituted from this example by the bearing bar for supporting a connection element 13 prepared rotatable by the lever which can be freely rotated to the circumference of the supporting point, and the lever. The lever is formed by sticking two plates [two] with which

piezo-electric multipliers differ mutually up and down. In this case, when potential flows, the quality of the material is set up so that the direction of the plate below that of an upper plate may be extended greatly. Therefore, when the electrical and electric equipment flows to two plates, a lever will curve to the up side. And it is constituted so that a connection element 13 may switch the condition (refer to drawing 15 (b)) of contacting the conductor element 12, and the condition (refer to drawing 15 (a)) of becoming non-contact, by control of the circuit which has arranged the switch and the power source. It is possible for a user to adjust the pattern of a direct antenna element in the case of this example, or to control the pattern of an antenna element by the internal circuitry dynamically and automatically in a proper gestalt.

[0163] (4th operation gestalt) Drawing 16 is the 4th operation gestalt **** perspective view of the antenna used suitable for this invention.

[0164] With this operation gestalt, as shown in drawing 16, the conductor element 12 whose flat-surface configuration is a square is arranged in the shape of an array on the dielectric substrate 1 with which the touch-down conductor plate 14 is formed in the rear face. Furthermore, dielectric substrate 1', and connection element 13' and actuator 18' are prepared on the conductor element 12. Furthermore, the laminating of conductor element 12' which overlaps above connection element 13' at each connection element 13' is carried out. What was explained with said 3rd operation gestalt can be used for actuator 18'. However, it can replace with actuator 18' and the switch device in which it does not flow [a flow and] can also be established. [which was explained with the 1st operation gestalt]

[0165] Moreover, the dielectric film may intervene like the 2nd operation gestalt between a connection element 13 (or 13') and the conductor element 12 (or 12').

[0166] and two or more layers by which two or more conductor elements 12 and 12' have been arranged in this operation gestalt -- accumulating -- the conductor element 12 of each class, and 12' -- the electric flow of a between can be accumulated and can be controlled by actuator 18' etc. to a direction. Therefore, three-dimensions-current distribution is realizable with the antenna of this operation gestalt.

[0167] in addition, said the 1- in the 4th operation gestalt, although the example which has arranged regularly the conductor element 12, the connection element 13, the actuator, etc. was shown, the configuration method of this, the configuration of a conductor 2, etc. can be changed according to each property, in order to realize a desired antenna property.

[0168] (5th operation gestalt) Drawing 17 is the decomposition perspective view showing the 5th operation gestalt of the antenna used suitable for this invention, and drawing 18 is the perspective view showing a general view of the antenna. The antenna concerning the 5th operation gestalt is a magnetic-current control mold.

[0169] In drawing 17, the condition of having removed the conductor element 12 and the stripline 11 from the dielectric substrate 1 is shown so that it may be easy to understand structure, but if the conductor element 12 and a stripline 11 are attached on the dielectric substrate 1, it will become the structure shown in drawing 18.

[0170] With this operation gestalt, as shown in drawing 18, the conductor element 12 whose flat-surface configuration is a square is arranged in the shape of an array on the dielectric substrate 1 with which the touch-down conductor plate 14 is formed in the rear face. Moreover, on the dielectric substrate 1, the microstrip line 11 is formed so that three conductor elements 12 may be approached. Die-length [of one side] a of each conductor element 12 is smaller than the wavelength of the electromagnetic wave to deal with, for example, when dealing with the signal near 100GHz (wavelength of about 3mm), die-length a of the conductor element 12 is about 1.5mm. Moreover, the thickness of the conductor element 12 is set to sufficient thickness with which are satisfied of the power and impedance matching nature of the electromagnetic wave transmitted and received.

[0171] Under the conductor element 12, as shown in drawing 17, the dielectric element 20 which intervenes between each conductor element 12 and the touch-down conductor plate 14 is formed. Patterning of the dielectric element 20 is carried out from the dielectric substrate 1 with a crevice 19. Although what is three kinds in which flat-surface area is different from each other as a dielectric element 20 is illustrated by drawing 17, this operation gestalt explains what kind

of magnetic-current pattern arises about the case where there are the 1st dielectric element 20a as the conductor element 12 with the same flat-surface area and 1st dielectric element 20b with a flat-surface area narrower than the conductor element 12, as shown in drawing 19 (a) and (b).

[0172] Drawing 19 (a) and (b) are the sectional views and top views of a flat antenna of three conductor elements 12 where three 1st dielectric element 20a exists caudad. Since 1st dielectric element 20a of a large area intervenes between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14 as shown in drawing 19 (a), between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14, the big displacement current flows according to electric capacity being large. Consequently, as shown in drawing 19 (b), the magnetic current which encloses three conductor elements 12 is formed.

[0173] Drawing 20 (a) and (b) are the sectional views and top views of an antenna where 1st dielectric element 20a of a large area exists under the conductor element 12 of both ends among three conductor elements 12, and 2nd dielectric element 20b of small area exists under the central conductor element 12. As shown in this drawing, it exists among three conductor elements 12. Generally, when only the insulator with very small specific inductive capacity intervenes between two conductors, between two conductors, only the small displacement current flows by reduction of electric capacity. That is, since the magnetic current hardly arises, the magnetic current produced around the conductor element 12 of both ends does not lead to the surroundings of the central conductor element 12. Consequently, as shown in drawing 20 (b), the isolated magnetic current which encloses only each conductor element 12 of both ends will be formed.

[0174] Thus, a magnetic-current pattern as shown in drawing 19 (b) and drawing 20 (b) is controllable (or adjustment).

[0175] (6th operation gestalt) Although the antenna of the magnetic-current control mold of this operation gestalt has the almost same structure as the antenna shown in drawing 17 and drawing 18, it was replaced with the capacity insulator layers 20a and 20b of the 5th operation gestalt, and is equipped with 1st dielectric element 21a which has the comparatively high specific inductive capacity epsilon 1, and 2nd capacity insulator layer 21b which has the comparatively low specific inductive capacity epsilon 2.

[0176] Drawing 21 (a) and (b) are the sectional views and top views of a flat antenna of three conductor elements 12 where three 1st dielectric element 20a exists caudad. Since 1st dielectric element 21a which has the high specific inductive capacity epsilon 1 intervenes between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14 as shown in drawing 21 (a), between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14, the big displacement current flows according to electric capacity being large. Consequently, as shown in drawing 21 (b), the magnetic current which encloses three conductor elements 12 is formed.

[0177] Drawing 22 (a) and (b) are the sectional views and top views of an antenna where 1st dielectric element 21a which has the high dielectric constant epsilon 1 exists in the lower part of the conductor element 12 of both ends among three conductor elements 12, and 2nd dielectric element 21b which has the specific inductive capacity epsilon 2 lower than epsilon 1 exists in the lower part of the central conductor element 12. Generally, when only the insulator with very small specific inductive capacity intervenes between two conductors, between two conductors, only the small displacement current flows by reduction of electric capacity. That is, since the magnetic current hardly arises, the magnetic current produced around the conductor element 12 of both ends does not lead to the surroundings of the central conductor element 12. Consequently, as shown in drawing 22 (b), the isolated magnetic current which encloses only each conductor element 12 of both ends will be formed.

[0178] Thus, a magnetic-current pattern as shown in drawing 21 (b) and drawing 22 (b) is controllable (or adjustment).

[0179] (7th operation gestalt) Although the antenna of the magnetic-current control mold of this operation gestalt has the almost same structure as drawing 17 and drawing 18, it was replaced with each dielectric elements 20a and 20b of the 5th operation gestalt, and is equipped with 1st dielectric element 23a with average high specific inductive capacity, and 2nd dielectric element

23b with average low specific inductive capacity. Each of 1st dielectric element 23a and 2nd dielectric element 23b is constituted by 1st insulation section 22a which has the high specific inductive capacity epsilon 1, and 2nd insulation section 22b which has the low specific inductive capacity epsilon 2. And in 1st dielectric element 23a, there are more rates that 1st insulation section 22a occupies than 2nd insulation section 22b, and there are more rates that 2nd insulation section 22b occupies, in 2nd dielectric element 23b than 1st insulation section 22a. [0180] Drawing 23 (a) and (b) are the sectional views and top views of a flat antenna of three conductor elements 12 where three 1st dielectric element 23a exists caudad. Since 1st dielectric element 23a with average high specific inductive capacity intervenes between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14 as shown in drawing 23 (a), between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14, the big displacement current flows according to electric capacity being large. Consequently, as shown in drawing 23 (b), the magnetic current which encloses three conductor elements 12 is formed. [0181] Drawing 24 (a) and (b) are the sectional views and top views of an antenna where 1st dielectric element 23a with average high specific inductive capacity exists in the lower part of the conductor element 12 of both ends among three conductor elements 12, and 2nd dielectric element 23b with average low specific inductive capacity exists in the lower part of the central conductor element 12. Generally, when only the insulator with very small specific inductive capacity intervenes between two conductors, between two conductors, only the small displacement current flows by reduction of electric capacity. That is, since the magnetic current hardly arises, the magnetic current produced around the conductor element 12 of both ends does not lead to the surroundings of the central conductor element 12. Consequently, as shown in drawing 24 (b), the isolated magnetic current which encloses only each conductor element 12 of both ends will be formed.

[0182] Thus, a magnetic-current pattern as shown in drawing 23 (b) and drawing 24 (b) is controllable (or adjustment).

[0183] (8th operation gestalt) Although the antenna of the magnetic-current control mold of this operation gestalt has the almost same structure as drawing 17 and drawing 18, it was replaced with each dielectric elements 20a and 20b of the 5th operation gestalt, and is equipped only with the dielectric element 20 with uniform area and specific inductive capacity.

[0184] Drawing 25 (a) and (b) are the sectional views and top views of a flat antenna where three conductor elements 12 touch the dielectric element 20, respectively. Since only the dielectric element 20 intervenes between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14 as shown in drawing 25 (a), between each conductor element 12 and the touch-down conductor film 14, the big displacement current flows according to electric capacity being large. Consequently, as shown in drawing 25 (a), the magnetic current which encloses three conductor elements 12 is formed.

[0185] Among three conductor elements 12, drawing 26 (a) and (b) are the sectional views and top views of an antenna with which the central conductor element 12 is separated from the dielectric element 20, although the conductor element 12 of both ends touches the dielectric element 20. Generally, when the insulator with very small specific inductive capacity intervenes like air between two conductors, between two conductors, only the small displacement current flows by reduction of electric capacity. That is, since the magnetic current hardly arises, the magnetic current produced around the conductor element 12 of both ends does not lead to the surroundings of the central conductor element 12. Consequently, as shown in drawing 26 (b), the isolated magnetic current which encloses only each conductor element 12 of both ends will be formed.

[0186] Thus, a magnetic-current pattern as shown in drawing 25 (b) and drawing 26 (b) is controllable (or adjustment).

[0187] In addition, contact and non-contact control (or adjustment) of the conductor element 12 in this operation gestalt with the dielectric element 20 are easily realizable by using an actuator like each example in the 3rd operation gestalt.

[0188] the antenna used suitable for [other operation gestalt about structure of antenna] this invention — lines, such as effective area antennas, such as not only a flat antenna but a

parabolic antenna, a reflecting mirror antenna, etc., and a dipole antenna, a patch antenna, — it is applicable to an antenna, a slot antenna, etc.

[0189] Drawing 27 is drawing showing roughly the example of structure at the time of applying this invention to a horn antenna. it is shown in this drawing — as — the inside of a horn antenna — many conductor elements 12 — the shape of an array — arranging — above-mentioned the 1— the horn antenna of the current control mold which can respond to change of various electromagnetic waves is realizable by [which switch the conductor element 12 (hatching part of this drawing) with which a current flows, and the conductor element 12 with which a current does not flow like the 4th operation gestalt] controlling (or adjustment).

[0190] Drawing 28 is drawing showing roughly the example of structure at the time of applying this invention to a slot antenna. it is shown in this drawing — as — the inside of a slot antenna — many conductor elements 12 — the shape of an array — arranging — above-mentioned the 1— the slot antenna of the current control mold which can respond to change of various electromagnetic waves, or a magnetic-current control mold is realizable by [which switch the conductor element 12 (hatching part of this drawing) with which a current flows, and the conductor element 12 with which a current does not flow like the 4th operation gestalt] controlling (or adjustment)

[0191] moreover, a line like Yagi Antenna — the antenna of the current control mold which can respond to change of various electromagnetic waves is realizable by preparing many conductor elements, such as each conductor section of an antenna, and the curved-surface section of a PARABONA antenna which has a curved surface, in the shape of an array, and controlling the flow of the current to each conductor control.

[0192] The operation gestalt of equipment equipped with the antenna with which a gestalt is designed by this invention is explained below [the operation gestalt of equipment equipped with the antenna]. In each following operation gestalt, the example which the antenna equipped with the switching element which can change connection of a conductor element dynamically as a flow means is explained.

[0193] (9th operation gestalt) Drawing 29 is the block circuit diagram showing the operation gestalt of equipment equipped with the antenna suitably designed by this invention.

[0194] The equipment of this operation gestalt is equipped with the antenna 50 mentioned above, the communication circuit 61 connected to the antenna 50, and the control section which controls the gestalt of an antenna 50 as shown in drawing 29 .

[0195] It has further the mechanical component 51 which drives a flow means by which it does not illustrate [which is included in an antenna 50], the design section 53 which determines the gestalt of an antenna, the gestalt design control section 54 which controls a mechanical component 51, and the storage section 55 which stores the information about an antenna. The information about the antenna which the storage section 55 stores includes physical magnitude (area, thickness, etc.), such as a conductor element, a dielectric element, a connection element, and a dielectric substrate, the initial condition of the gestalt of an antenna 50, etc.

[0196] The level detecting element 71 for this equipment to detect further the level of the signal which an antenna 50 transmits and receives, The directive distinction section 72 for distinguishing the directivity of an antenna 50 based on the level of the signal detected by the level detecting element 71, It has the impedance distinction section 74 for distinguishing the impedance matching nature of an antenna 50 or a communication circuit 61 from the gain distinction section 73 for distinguishing gain from the level of the detected signal, and the level of the detected signal. In addition, the phrase of "distinction" in this specification shall include measuring the physical quantity about directivity, gain, and an impedance.

[0197] Next, actuation of this equipment is explained.

[0198] First, the gestalt design section 53 determines the gestalt in early stages of an antenna 50 based on the information stored in the storage section 55. Based on the design result of this gestalt design section 53, the gestalt design control section 54 controls a mechanical component 51 so that the gestalt of an antenna 50 turns into a gestalt as a design. A mechanical component 51 drives a flow means so that each element of an antenna 50 may form a desired antenna gestalt.

[0199] Since an antenna 50 can be used also as an object for reception also as an object for transmission, as for optimization of the gestalt of an antenna 50, it is desirable to carry out independently in the both sides of the case where an antenna is operated as an object for transmission, and the case where an antenna is operated as an object for reception.

[0200] Hereafter, the adjustment procedure of the gestalt in the case of using an antenna 50 as an antenna for transmission is explained.

[0201] First, a communication circuit 61 sends the signal for transmission to an antenna 50. The signal is inputted also into the level detecting element 71. With this operation gestalt, the member for directivity association to a RF signal is prepared into the signal path between a communication circuit 61 and an antenna 50. For this reason, it can adjust so that the signal reflected in a communication circuit 61 may not return from an antenna 50, even if a signal flows at an antenna 50 from a communication circuit 61. The level detecting element 71 can detect the both sides of the level of the signal sent to an antenna 50 from a communication circuit 61, and the level of the signal reflected with an antenna 50.

[0202] The directive distinction section 72 is based on the level of the high frequency signal which the level detecting element 71 detected, and distinguishes whether the directivity of the antenna 50 at the time of transmission is in tolerance. When the level of the signal reflected from an antenna 50 with the sense of an antenna 50 specifically differs, it will be distinguished, if it goes into the range with the difference of the level of the reflective signal in each sense and directivity is in tolerance, and it will be distinguished, if there is nothing in a certain range and there will be no directivity in tolerance. The directive quality at the time of transmission of an antenna 50 is distinguished by this. In this case, the case where the one where directivity is possible smaller is desirable, and the range which judges a quality since the one where directivity is conversely higher may be desirable may change according to the class of device by which an antenna is used, an application, and reception and transmission etc.

[0203] The gain distinction section 73 distinguishes the quality of the gain of an antenna 50 based on whether the ratio of the level of the sending signal sent from a communication circuit 61 and the level of the signal reflected from an antenna 50 is in tolerance. Since it is generally desirable for the ratio of the level of a sending signal and the level of a reflective signal to be large as much as possible, if it is beyond a value with this ratio, it will judge that gain is good.

[0204] The impedance distinction section 74 distinguishes the quality of the impedance matching between a communication circuit 61 and an antenna 50 based on whether the level ratio of the signal outputted from a communication circuit 61 and the signal reflected from an antenna 50 is in tolerance. Generally, it means that impedance matching cannot be taken that the level ratio of a reflective signal to the input signal to an antenna 50 is large. Therefore, if it is beyond a value with this level ratio, impedance matching nature will judge with it being good.

[0205] The design of the gestalt of an antenna is redone in the gestalt design section 53, and the gestalt of an antenna 50 is dynamically reconfigured through the gestalt design control section 54 and a mechanical component 51 until it judges that directivity, gain nature, and all the impedance matching nature are good preferably. And if it finally judges that the directivity of an antenna 50, gain nature, and all the input-impedance adjustments are good, the information (data) about the gestalt will be memorized by the storage section 55.

[0206] In addition, directivity, gain nature, and all the impedance matching nature do not need to be judged to be good. Directivity may be thought as important and the gestalt of an antenna 50 may be optimized in the mode in which gain nature is disregarded.

[0207] Drawing 30 shows an example of the relation between an antenna gestalt, directivity, etc. Drawing 30 shows that especially "O" is excellent, and shows that "O" is excellent. "*" usually comes out and shows a certain thing. For example, although the antenna of drawing 30 which has a straight ***** antenna element linearly is excellent in an impedance, directivity and gain are common.

[0208] With this operation gestalt, based on the data stored in the storage section 55 etc., the joint pattern of the conductor element in an antenna 50 drives the flow means of an antenna 50 so that the gestalt of two or more classes set up beforehand may be taken one by one. For example, two or more gestalten including three gestalten shown in drawing 30 are realized in an

antenna 50 one by one. And directivity, gain nature, and impedance matching nature are evaluated, and the storage section is made to memorize an evaluation result in each gestalt. In drawing 30, although the evaluation result is shown for "O", "**", etc. using the sign, evaluation by the numeric value is given about each parameter in fact. In this way, if the result of the obtained evaluation is assigned to the various gestalten of an antenna and a look-up table is created, it will become possible to choose the optimal gestalt according to a situation from the tables.

[0209] In addition, the above-mentioned antenna pattern is chosen from the gestalt designed by the design approach of this invention.

[0210] Drawing 31 is the flow chart which showed the above-mentioned procedure. First, a communication circuit starts transmission of a Sadanobu Tokoro number at step S1. At step S2, the gestalt (N= 1st gestalt) chosen from inside as two or more gestalten which an antenna can take as an initial gestalt is given to an antenna. At step S3, the reflective signal from the antenna of the gestalt is detected. Directivity, gain, and an impedance are measured in step S4. at step S5, the directivity obtained by measurement, gain, and the each value of an impedance are stored in the storage section as data of N= 1.

[0211] Next, after giving the gestalt chosen as N= 2nd gestalt to an antenna, actuation of step 2 - step 5 is repeated. When only a required number repeats the same actuation from the N= 3rd gestalt, directivity, gain, and the measurement result of an impedance can be obtained about all or a part of gestalt which an antenna can take.

[0212] Since these measurement results are stored in the storage section, they can choose a desirable gestalt suitably according to a situation. If a display displays the contents of the storage section, a user is able to choose the gestalt of an antenna based on the contents of a display. Moreover, based on the contents of the storage section, antenna control equipment can also determine the gestalt of an antenna automatically. When searching for the gestalt of the optimal antenna, it is made to store in the storage section as data beforehand, and the gestalt of a ***** antenna may be chosen suitably. As mentioned above, as for these antenna gestalten, it is desirable that it is designed by the design approach of this invention, and the numeric value which becomes the criteria of selection in every antenna gestalt is also beforehand recorded about directivity, gain, and an impedance. Moreover, when the suitable thing for the gestalt of the antenna chosen as a candidate does not find out, it is also possible to redesign a gestalt from the beginning according to the design approach of this invention. However, it is necessary to make the program for performing the flow shown in equipment at drawing 41 for that purpose build in.

[0213] Next, the adjustment procedure of the gestalt in the case of using an antenna 50 as a receiving dish is explained.

[0214] When the signal from an external instrument is sent, the level detecting element 71 is detection ***** about the level of the high frequency signal which received this signal with the antenna 50 and was received. Although the device specially designed for the test can also be used as an external instrument, other communication equipment may be used. When the equipment of this operation gestalt is devices, such as a gestalt information terminal, it is possible to optimize an antenna gestalt using the signal currently passed for the public.

[0215] It is distinguished whether the directive distinction section 72 has the directivity which is foppish at the time of reception of an antenna 50 in tolerance based on the level of the received high frequency signal. When the level of the signal received with an antenna 50 specifically changes with sense of an antenna 50, it will be distinguished, if it goes into the range with the difference of the level of the input signal in each sense and directivity is in tolerance. On the contrary, it will be distinguished, if there is nothing in a certain range and there will be no directivity in tolerance. The directive quality at the time of reception of an antenna 50 is distinguished by this. Also in this case, the case where the one where directivity is possible smaller is desirable, and the range which judges a quality since the one where directivity is conversely higher may be desirable may change according to the class of device by which an antenna is used, an application, and reception and transmission etc.

[0216] In addition, when the equipment of this operation gestalt communicates through other

communication equipment and antennas, the gestalt of the desirable antenna 50 may change with locations of the antenna the other party's communication equipment. The gestalt for receiving a signal with high directivity can be chosen from the antenna in the target other party's communication equipment.

[0217] The gain distinction section 73 distinguishes the quality of the gain of an antenna 50 based on whether the S/N ratio of the signal received with the antenna 50 is in tolerance. In this case, since it is desirable for a S/N ratio to be large, if it is beyond a value with this ratio, it will judge that gain is good.

[0218] The impedance distinction section 74 distinguishes the quality of the impedance matching nature of an antenna 50 and a communication circuit 61 based on whether the ratio of the level of the signal received with the antenna 50 and the level of the signal reflected from a communication circuit 61 after that is in tolerance. That is, if it is beyond a value with the level ratio of the input signal in an antenna 50, and the signal reflected from a communication circuit 61 after that, impedance matching nature will judge with it being good.

[0219] The design of the gestalt of an antenna is redone in the gestalt design section 53, and a mechanical component 51 is readjusted by the gestalt design control section 54 until it judges that directivity, gain nature, and all the impedance matching nature are good preferably. If it finally judges that the directivity of an antenna 50, gain nature, and all the input-impedance adjustments are good, the information (data) about the gestalt will be memorized by the storage section 55.

[0220] It is correctable to the storage section 55 so that the contents of the storage taken out from the storage section 55 by the gestalt design section 53 according to an individual according to the switch signal of transmission and reception of an antenna 50 by the case (standby condition) where an antenna 50 is used as an object for reception, and the case where an antenna 50 is used as an object for transmission since the proper gestalt of an antenna 50 is memorized may be switched.

[0221] In addition, the directive low antenna gestalt in a standby condition is adopted, in the phase which began to receive an electric-wave signal, the antenna gestalt which was suitable for reception from the antenna which emits the electric-wave signal may be determined, and an antenna gestalt may once be optimized dynamically.

[0222] according to this operation gestalt -- the 1- the proper gestalt of the various antennas 50 as shown with the 8th operation gestalt can be dynamically determined according to the environment where the antenna 50 is used, the class of device incorporated, and it can realize.

[0223] (10th operation gestalt) Drawing 32 is the block diagram showing other operation gestalten of equipment equipped with the antenna by this invention.

[0224] the equipment of this operation gestalt -- the configuration of the 9th operation gestalt -- in addition, the each arrangement location is equipped with two or more mutually different probes 75a, 75b, and 75c for directive distinction. although the example by which three probes 75a-75b are arranged is shown in drawing 32 -- the number of probes -- four or more -- or at least two are good.

[0225] Actuation or the function of the gestalt design section 53 in this operation gestalt, the gestalt design control section 54, and the storage section 55 is the same as actuation or the function of the gestalt design section 53 in the 9th operation gestalt, the gestalt design control section 54, and the storage section 55.

[0226] Also in this operation gestalt, gain nature and impedance matching nature are performed, as the 9th operation gestalt was explained. The directive distinction approach characteristic of this operation gestalt is explained below.

[0227] First, the adjustment procedure of the gestalt in the case of using an antenna 50 as an antenna for transmission is explained. In this operation gestalt, if the signal for transmission (signal generally standardized for the test) is sent to an antenna 50 from a communication circuit 61 and a signal is transmitted outside from an antenna 50, the signal from which strength differs with each probes 75a-75c according to each arrangement location will be inputted into the level detecting element 71.

[0228] And in the directive distinction section 72, it is distinguished from the level of a high

frequency signal whether the directivity of the transmitting function of an antenna 50 is in tolerance. When the level of an input signal changes with each probes 75a-75c, it will be distinguished, if it goes into the range with the difference of the level of the input signal in each location and directivity is in tolerance, and if there is nothing in a certain range and there will be no directivity in tolerance, specifically, it will be distinguished. The directive quality at the time of transmission of an antenna 50 is distinguished by this. In this case, the case where the one where directivity is possible smaller is desirable, and the range which judges a quality since the one where directivity is conversely higher may be desirable may change according to the class of device by which an antenna is used, an application, and reception and transmission etc.

[0229] In addition, in the level detecting element 71, the both sides of the level of the signal sent to an antenna 50 from a communication circuit 61 and the level of the signal received with each probes 75a-75c can be detected, and the signal sent to an antenna 50 from a communication circuit and the reflected wave from the antenna can also be included in distinction of a directive quality.

[0230] Next, when using an antenna 50 as a receiving dish, the directivity at the time of reception of an antenna 50 can be distinguished like the 9th operation gestalt using the level of the high frequency signal received with the antenna 50, without using Probes 75a-75c. However, it is possible to also use in reference the signal received with Probes 75a-75c.

[0231] this operation gestalt — the effectiveness of the 9th operation gestalt — in addition, since it can be based on the level of the signal actually received with Probes 75a-75c and the directive quality of the antenna 50 at the time of transmission can be distinguished, the directivity of the antenna 50 at the time of transmission can be adjusted more proper.

[0232] (11th operation gestalt) Drawing 33 is the block diagram showing the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[0233] Also in this operation gestalt, actuation or the function of the gestalt design section 53, the gestalt design control section 54, and the storage section 55 is the same as actuation or the function of the gestalt design section 53 in the 9th operation gestalt, the gestalt design control section 54, and the storage section 55.

[0234] As shown in drawing 33, the equipment of this operation gestalt uses the external communication circuit 62. That is, after transmitting the signal from a communication circuit 61 from an antenna 50, the sending signal is received by the antenna of an external instrument. With an antenna 50, again in response to the fact that the signal sent from the external communication circuit 62 according to this sending signal, this can be used for adjustment of the gestalt of an antenna 50.

[0235] The communication circuit 62 of an external instrument is a circuit to which information sent by telephoning, such as a time signal and a weather report, is sent. The special external instrument for a test which has a communication circuit 62 depending on the use application of an antenna 50 can also be prepared.

[0236] In this operation gestalt, it is possible about the both sides in the case of using an antenna 50 as the object for transmission, and an object for reception to adjust the gestalt to coincidence. Moreover, only when using an antenna 50 as an object for transmission, and it is the already explained procedure of the 9th operation gestalt, that is, the quality of directivity, gain nature, and impedance matching nature is distinguished, without using an external communication circuit and it uses an antenna 50 as an object for reception, the external communication circuit 62 can also be used. Moreover, a hand can also arrange the probes 75a-75c for a directive judgment like the 10th operation gestalt in this operation gestalt.

[0237] In the directive distinction section 72, it is distinguished from the level of a high frequency signal whether the directivity at the time of reception of an antenna 50 and transmission is in tolerance. When the level of the signal received with an antenna 50 specifically changes with sense of an antenna 50, it will be distinguished, if it goes into the range with the difference of the level of the input signal in each sense and the directivity at the time of transmission and reception is in tolerance, and it will be distinguished, if there is nothing in a certain range and there will be no directivity in tolerance. The directive quality at the time of transmission and reception of an antenna 50 is distinguished by this. Also in this case, the case

where the one where directivity is possible smaller is desirable, and the range which judges a quality since the one where directivity is conversely higher may be desirable may change by a class, an application, etc. of a device for which an antenna is used.

[0238] Moreover, in the gain distinction section 73, the quality of the gain of an antenna 50 is distinguished based on the level ratio of the level of the signal transmitted from whether the S/N ratio of the signal received with the antenna 50 is in tolerance, and a communication circuit 61, and the signal received with the antenna 50 after that etc. In this case, since it is desirable for a S/N ratio and the ratio of the level of the input signal to the level of a sending signal to be large, if these ratios are beyond a certain values, respectively, it will judge that gain is good.

[0239] Furthermore, in the impedance distinction section 74, at the time of transmission, the quality of the impedance matching nature at the time of transmission of an antenna 50 is judged based on the level of the signal reflected from an antenna 50, and the quality of the impedance matching nature of an antenna 50 and a communication circuit 61 is distinguished based on the level of the signal reflected from the back communication circuit 61 received with the antenna 50.

[0240] The design of the gestalt of an antenna is redone in the gestalt design section 53, and the gestalt of an antenna 51 is dynamically changed by the gestalt design control section 54 and the mechanical component 51 until it judges that directivity, gain nature, and all the impedance matching nature are good preferably. If it finally judges that the directivity of an antenna 50, gain nature, and all the input-impedance adjustments are good, the information (data) about the gestalt will be memorized by the storage section 55.

[0241] (12th operation gestalt) Drawing 34 is a block which shows the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[0242] Also in this operation gestalt, actuation or the function of the gestalt design section 53, the gestalt design control section 54, and the storage section 55 is the same as actuation or the function of the gestalt design control section 54 in the 9th operation gestalt, and the storage section 55.

[0243] As shown in drawing 34, the equipment of this operation gestalt was replaced with the level detecting element 71 in the 11th operation gestalt, and is equipped with the data analyzer 76. It is premised on using the external communication circuit 62 with this operation gestalt. The signal is received by the antenna of an external instrument after transmitting the signal from a communication circuit 61 from an antenna 50. An antenna 50 receives again ***** sent from the external communication circuit 62 according to the signal transmitted from the antenna 50, and this is used for adjustment of the gestalt of an antenna 50.

[0244] The communication circuit 62 of the external instrument in this operation gestalt is a circuit which answers it and outputs a digital signal, for example, when a certain test signal is received. The circuit to which information sent by telephoning as a communication circuit 62 of an external instrument, for example, such as a time signal and a weather report, is sent can also be used.

[0245] With the 11th operation gestalt, it distinguishes whether directivity, gain, and impedance matching nature are in the proper range to having adjusted the gestalt of an antenna 50 according to the level of a transceiver signal by comparing the contents of data of a transceiver signal in this operation gestalt. Other functions are the same as the 11th operation gestalt. This operation gestalt is comparing the data and the transmit data which were obtained instead of as a result of date analysis by performing date analysis instead of the step ST 16 in the flow chart of drawing 45. [a step ST 17]

[0246] Also in this operation gestalt, the probes 75a-75c for directive distinction can be arranged like the 10th operation gestalt.

[0247] (13th operation gestalt) Drawing 35 is the block diagram showing the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[0248] The equipment of this operation gestalt was replaced with the mechanical component 51 in the 9th operation gestalt, and is equipped with the production section 56 of a gestalt device. Also in this operation gestalt, actuation or the function itself of the gestalt design section 53, the gestalt design control section 54, and the storage section 55 is the same as that of actuation or

the function of the gestalt design section 53 in the 9th operation gestalt, the gestalt design control section 54, and the storage section 55.

[0249] with this operation gestalt, based on the directivity which boils, respectively and can be set in case an antenna 50 functions as an object for reception for /transmission, gain, impedance matching nature, etc., the quality of the gestalt of an antenna 50 can be judged and the gestalt of a suitable antenna can be determined with the same procedure as the 11th operation gestalt. However, with this operation gestalt, while using an antenna, the gestalt of an antenna cannot be changed dynamically, but the gestalt of an antenna will be determined by the process step which manufactures the equipment incorporating an antenna.

[0250] In addition, also in this operation gestalt, the probes 75a-75c for directive distinction can be arranged like the 10th operation gestalt.

[0251] [Antenna module] With each operation gestalt of equipment equipped with the above-mentioned antenna, a mechanical component 51, the gestalt design control section 54, etc. as shown in drawing 29 are prepared in various equipments, such as a terminal unit. It is also possible to manufacture the components which united the circuit (thriving business circuit of an antenna) for determining the gestalt of such an antenna with the antenna as an antenna module, and to sell them.

[0252] Drawing 36 shows the antenna module which unified the antenna by this invention, and the circuit which controls the gestalt of this antenna. The antenna 50 of this invention fixes this antenna module on the package 80 of an integrated circuit chip. The circuit system formed in the integrated circuit chip includes antenna control circuits, such as the mechanical component 51 shown in drawing 29, the gestalt design section 53, the gestalt design control section 54, the storage section 55, the level detecting element 71, the directive distinction section 72, the gain distinction section 73, and the impedance distinction section, and also contains the communication circuit 61 preferably.

[0253] Such an antenna module is used being included in the equipments 90, such as a gestalt terminal (a cellular phone is included) shown in drawing 36. The gestalten of a suitable antenna differ according to the operating environment of the equipment 90 carrying an antenna module, and its equipment 90. According to the antenna module of this invention, according to the operating condition of a personal digital assistant, the gestalt of an antenna changes to the optimal gestalt automatically.

[0254] Drawing 37 (a) shows typically the directivity of the antenna 50 when the personal digital assistant of drawing 36 awaiting and being in the mode. The gestalt of an antenna 50 is set up so that it may await and large directivity may be shown in the mode. In the mode in which it looks for a communicative partner, by giving a gestalt with strong directivity to an antenna 50, and changing the gestalt serially, as shown in drawing 37 (b), the strong directive direction of an antenna 50 is changed. As shown in drawing 37 (c), the gestalt to which directivity becomes strong most in the direction of the source of dispatch will be given to an antenna 50, and an electric wave will be transmitted [if the direction of the source of dispatch of the electric wave emitted from a phase hand loom is found out] in the above-mentioned search mode, and received efficiently.

[0255] (14th operation gestalt) Drawing 38 is the perspective view showing the example of the communication system with which the antenna of this invention is used. The communication system using a millimeter wave is illustrated by drawing 38. As shown in this drawing, the base station is prepared at the tip of the optical-fiber line of a large number which branch from a basic optical-fiber line (Trunk Line O-Fiber), respectively. Moreover, the radio network for performing the communication link by the millimeter wave is formed in each home (or office) from each base station. And at the wireless terminal (mobile station) of each home or office, it is possible using the millimeter wave to carry out supply of the various media to the device of each home or office, the Internet communication link, the communication link between mobile stations, etc. from a base station. That is, since a millimeter wave has the wavelength near light, it tends to receive jamming by the body. For this reason, up to a base station, transmission and reception of the data based on optical communication are performed through an optical-fiber network, and conversion is performed between a lightwave signal and an electrical signal in a base station. And

wireless access using a millimeter wave is attained between a home or office, and a base station.

[0256] The antenna of this invention is used suitable for the transmission and reception at the time of performing the above-mentioned wireless access. In some systems, wireless access through the antenna of this invention is possible between the base station by which direct continuation is carried out to a basic optical-fiber line, and a Personal Digital Assistant and the terminal in a company.

[0257] Drawing 39 is the block diagram showing roughly the configuration of the communication system between the base station shown in drawing 38, and the wireless terminal in each home or office. The communication system shown in this drawing is equipped with the wireless terminal 102 for communicating mutually through the base station 101 and each base station 101 of a large number mutually connected through the optical-fiber network (network) 100. Antenna equipment 111 for each base station 101 to perform reception of an electric wave, and transmission, The receiving amplifier 112 which has the function of amplifying the electric-wave signal received with antenna equipment 111, The transmitting amplifier 113 for sending in the RF signal amplified to antenna equipment 111, It has the wireless transceiver section 114 connected to the receiving amplifier 112 or the transmitting amplifier 113, the control section 115 for controlling actuation of each device, and the cable connection 116 for connecting the signal between a base station 101 and the optical-fiber network 100. Moreover, the wireless terminal 102 is equipped with the receiving amplifier 122 which has the function of amplifying the electric-wave signal received with the antenna equipment 121 and the antenna equipment 121 for performing reception of an electric wave, and transmission, the transmitting amplifier 123 for sending in the high frequency signal amplified to antenna equipment 121, and the control section 125 for controlling actuation of each device.

[0258] Drawing 40 is the block circuit diagram showing the internal configuration of a base station 101 in a detail more. As shown in this drawing, antenna equipment 111 is constituted by body of antenna 111a, and antenna switch 111b for switching transmission and reception of body of antenna 111a. In addition, the receiving amplifier 112 arranges a filter 131 and two steps of low noise amplifier (LNA) 132 to each serial, and is constituted. The mixer 134 for mixing the output of partial amplifier and a RF transmitter in the wireless transceiver section 114, and generating a RF signal is arranged. The driver amplifier 135, a filter 136, the middle amplifier 137, and a main amplifier 138 are arranged at the transmitting amplifier 113. The cable connection 116 is constituted by the baseband signaling processing section 117 for processing a sound signal, the interface section 118, and the exchange control section 119 connected to the optical-fiber network (network) 100. In addition, although not illustrated, the signal converter which changes between a lightwave signal and an electrical signal is formed in the interface section 118.

[0259] The antenna of this invention is used as body of antenna 111a, for example, functions as one slot in a slot antenna.

[0260] Although especially each above operation gestalt has explained the case where a gestalt applies this invention to the antenna which changes dynamically, the design approach of this invention can be applied also when designing the antenna with which the gestalt as shown in drawing 1 (a) and drawing 2 (a) was fixed.

[0261]

[Effect of the Invention] Since the optimal antenna gestalt which shows a required property out of many combination of the gestalt which can be taken can be found out appropriately according to this invention, it is possible to choose the antenna gestalt which was not acquired at all by the conventional design approach which had chosen the outline gestalt of an antenna based on a designer's empirical knowledge. Moreover, since skill of a designer becomes unnecessary, cost required for an antenna design is reduced.

[0262] Moreover, according to this invention, equipment equipped with the antenna which can realize dynamically the gestalt chosen by the above-mentioned design approach can be offered. Such when a gestalt changes dynamically, the antenna in which the optimal gestalt is shown according to a communication link situation can be formed. Moreover, it can perform now easily actually measuring and evaluating the property of an antenna with various gestalten, and

choosing a desirable antenna gestalt from using equipment equipped with such an antenna.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the top view showing the example of structure of the flat antenna of the conventional current control mold, and (b) is the top view showing the example of structure of the flat antenna of the current control mold by this invention.

[Drawing 2] (a) is the top view showing the example of structure of the flat antenna of the conventional magnetic-current control mold, and (b) is the top view showing the example of structure of the flat antenna of the magnetic-current control mold by this invention.

[Drawing 3] (a) is the perspective view showing the array of the conductor element 12 in the 1st operation gestalt of the flat antenna by this invention, and (b) is the perspective view showing the antenna in the condition that the connection element 13 has been arranged on it.

[Drawing 4] (c) is the top view showing the array of the conductor element 12 with the flat-surface configuration of ***** in the 1st operation gestalt of this invention, respectively from (a).

[Drawing 5] (c) is the top view showing other examples of arrangement of the array of the conductor element 12 in the 1st operation gestalt of this invention from (a), respectively.

[Drawing 6] (c) is the top view showing the example of arrangement of further others of the array of the conductor element 12 in the 1st operation gestalt of this invention from (a), respectively.

[Drawing 7] It is the 1st concrete instantiation ***** of the connection element in the 1st operation gestalt.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the 2nd example of the connection element in the 1st operation gestalt.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the 3rd example of the connection element in the 1st operation gestalt.

[Drawing 10] It is the sectional view showing the 2nd operation gestalt of the antenna by this invention.

[Drawing 11] It is the sectional view showing the flow of the current in the antenna of drawing 10 .

[Drawing 12] (a) is the perspective view showing the appearance structure of the 3rd operation gestalt of the antenna by this invention, and (b) is the perspective view showing the antenna in the condition of having removed the dielectric substrate and the conductor element.

[Drawing 13] (a) And (b) is the sectional view showing the 1st example of the flow means in the 3rd operation gestalt of the antenna of this invention, respectively.

[Drawing 14] (a) And (b) is the sectional view showing the 2nd example of the flow means in the 3rd operation gestalt of the antenna of this invention, respectively.

[Drawing 15] (a) And (b) is the sectional view showing the 3rd example of the flow means in the 3rd operation gestalt of the antenna of this invention, respectively.

[Drawing 16] It is the perspective view showing the appearance structure of the 4th operation gestalt of the antenna by this invention.

[Drawing 17] It is the perspective view showing the structure of the 5th operation gestalt of the antenna by this invention.

[Drawing 18] It is the perspective view showing the general-view structure of the 5th operation gestalt of the antenna by this invention.

[Drawing 19] (a) is a sectional view of a flat antenna of three conductor elements where the three 1st dielectric elements exist caudad, and (b) is the top view.

[Drawing 20] (a) is the sectional view of the antenna with which the 1st dielectric element of a large area exists under the conductor element of both ends among three conductor elements, and the 2nd dielectric element of small area exists under the central conductor element 12, and (b) is the top view.

[Drawing 21] (a) is a sectional view of a flat antenna of three conductor elements where the three 1st dielectric elements exist caudad, and (b) is the top view.

[Drawing 22] (a) is the sectional view of the antenna with which the 1st dielectric element which has the high dielectric constant epsilon 1 exists in the lower part of the conductor element of both ends, and the 2nd dielectric element which has the low specific inductive capacity epsilon 2 exists in the lower part of a central conductor element, and (b) is the top view.

[Drawing 23] (a) is a sectional view of a flat antenna of three conductor elements where the three 1st dielectric elements exist caudad, and (b) is the top view.

[Drawing 24] (a) is the sectional view of the antenna with which the 1st dielectric element with average high specific inductive capacity exists in the lower part of the conductor element of both ends, and the 2nd dielectric element with average low specific inductive capacity exists in the lower part of a central conductor element, and (b) is the top view.

[Drawing 25] (a) is a sectional view of a flat antenna where three conductor elements touch the dielectric element, respectively, and (b) is the top view.

[Drawing 26] (a) is the sectional view of the antenna with which the central conductor element is separated from the dielectric element although the conductor element of both ends touches the dielectric element, and (b) is the top view.

[Drawing 27] It is the perspective view showing the horn antenna by this invention.

[Drawing 28] It is the perspective view showing the slot antenna by this invention.

[Drawing 29] It is the block diagram showing the operation gestalt of equipment equipped with the antenna by this invention.

[Drawing 30] It is drawing showing an example of the relation between an antenna gestalt, directivity, etc.

[Drawing 31] It is the flow chart which showed the example of the procedure which measures the directivity / gain / impedance of an antenna, changing the gestalt of an antenna.

[Drawing 32] It is the block diagram showing other operation gestalten of equipment equipped with the antenna by this invention.

[Drawing 33] It is the block diagram showing the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[Drawing 34] It is the block diagram showing the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[Drawing 35] It is the block diagram showing the operation gestalt of further others of equipment equipped with the antenna by this invention.

[Drawing 36] It is the perspective view showing an example of the antenna module which unified the antenna by this invention, and the circuit which controls the gestalt of this antenna.

[Drawing 37] It is the perspective view in which (c) shows typically that directivity changes when the gestalt of an antenna changes from (a).

[Drawing 38] It is the block diagram showing the example of the communication system with which the antenna of this invention is used.

[Drawing 39] It is the block diagram showing roughly the configuration of the communication system between the base station shown in drawing 38 , and the wireless terminal in each home or office.

[Drawing 40] It is the block circuit diagram showing the internal configuration of a base station in a detail more.

[Drawing 41] It is the flow chart which shows the example of a procedure of the design approach of this invention.

[Drawing 42] It is a drawing explaining an example which describes the gestalt of an antenna with a matrix variable.

[Drawing 43] It is a drawing explaining other examples which describe the gestalt of an antenna with a matrix variable.

[Drawing 44] In case it asks for a field pattern, it is drawing showing the finite element in the finite element method used suitably.

[Drawing 45] It is the flow chart which shows other examples of a procedure of the design approach of this invention.

[Drawing 46] It is drawing for explaining a gene algorithm.

[Description of Notations]

1 Dielectric Substrate

10 Unit Cell

12 Conductor Element

13 Connection Element

14 Touch-down Conductor Plate

17 Dielectric Film

2 Three Conductor

2a The edge of a conductor 2

50 Antenna

51 Mechanical Component

53 Design Section

54 Gestalt Design Control Section

55 Storage Section

61 Communication Circuit

71 Level Detecting Element

72 Directive Distinction Section

73 Gain Distinction Section

74 Impedance Distinction Section

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-332814

(P2003-332814A)

(43) 公開日 平成15年11月21日 (2003. 11. 21)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|---------------------------|------|--------------|-------------------------|
| H 0 1 Q 1/00 | | H 0 1 Q 1/00 | 5 J 0 4 5 |
| 9/04 | | 9/04 | 5 J 0 4 6 |
| 13/08 | | 13/08 | |

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2003-59084(P2003-59084)

(22) 出願日 平成15年3月5日 (2003. 3. 5)

(31) 優先権主張番号 特願2002-61886(P2002-61886)

(32) 優先日 平成14年3月7日 (2002. 3. 7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 崎山 一幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者 岡崎 安直

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(74) 代理人 100101683

弁理士 奥田 誠司

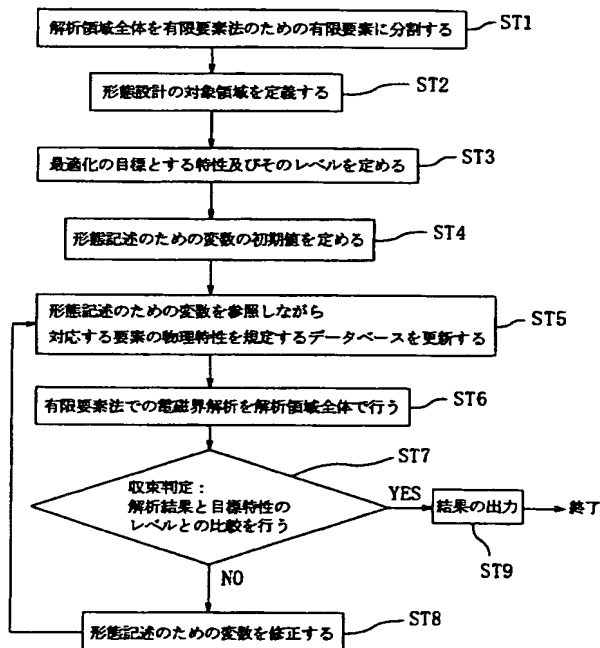
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナを設計する方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 取り得る形態の多数の組合せの中から、必要な特性を示す最適なアンテナ形態を適切に見つけ出すことができ、設計者の熟練が不要となるアンテナ設計を提供する。

【解決手段】 2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画するステップS T 1と、解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップS T 2と、変数を設定することにより、変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップS T 4と、ステップS T 4で決定されたアンテナの形態によって生じる解析領域の電磁界パターンを求めるステップS T 6と、ステップS T 6において求められた電磁界パターンに基づいて、アンテナの特性評価を行うステップS T 7とを含み、異なる複数の変数について、ステップS T 4からステップS T 7までを順次または並列的に実行することにより、複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性評価の結果を得て、この特性評価の結果に基づいてアンテナの形態を決定するアンテナ設計方法。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2次元または3次元の解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ

(a)と、
前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ (b)と、

前記ステップ (b) で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ (c)と、

前記ステップ (c) において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性評価を行うステップ (d)と、を含み、

異なる複数の変数について、前記ステップ (b) から前記ステップ (d) までを順次または並列的に実行することにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性評価の結果を得て、この特性評価の結果に基づいてアンテナの形態を決定する、アンテナの設計方法。

【請求項 2】 前記ステップ (a) では、前記解析領域内においてアンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画し、前記複数のセルに割り当てた符号の組を変数として、個々のアンテナの形態を記述する請求項 1 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 3】 前記ステップ (a) では、アンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画して、各セルにおける導体の有無をマトリクスで表した変数によりアンテナの形態を記述する請求項 1 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 4】 遺伝子アルゴリズムを用いてアンテナの特性が所望範囲に収束するように前記ステップ (b) から前記ステップ (d) を繰り返す請求項 3 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 5】 前記ステップ (a) では、アンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画して、各セルにおける導体占有率をマトリクスで表した変数によりアンテナの形態を記述する請求項 1 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 6】 ニューラルネットワークを用いてアンテナの特性が所望範囲に収束するように前記ステップ (b) から前記ステップ (d) を繰り返す請求項 5 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 7】 前記複数の要素を有限要素法における有限要素として区画するステップを更に含み、
前記ステップ (c) では、有限要素法を用いて解析領域における電磁界パターンを求める請求項 1 から 6 のいずれかに記載のアンテナの設計方法。

【請求項 8】 アンテナ設計対象領域及びアンテナ設計対象領域を囲む領域全体を前記有限要素に区画するステップを更に含み、

前記ステップ (a) では、前記アンテナ設計対象領域における有限要素を前記セルとして変数を定義する請求項 6 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 9】 アンテナの形態を可変に形成する形態形成手段を定義するステップ (a) と、
前記形態形成手段を用いてアンテナの形態を規定するための変数を定義するステップ (b) と、
前記ステップ (b) で定義された変数を用いて前記形態形成手段によりアンテナの形態を形成するステップ (c) と、

前記ステップ (c) で形成されたアンテナの特性を測定するステップ (d) と、

前記ステップ (d) において検出されたアンテナの特性が所望範囲にあるか否かを判別するステップ (e) とを含み、

前記アンテナの特性が所望範囲になるまで前記ステップ (c) から前記ステップ (e) を繰り返すことを特徴とするアンテナの設計方法。

【請求項 10】 前記ステップ (a) では、前記形態形成手段を、アンテナ形成領域に配置され、互いに分離された複数の導体要素と、各導体要素間を導通・非導通に切り換えるための接続要素と、この接続要素を移動させるための移動機構とによって定義しておき、
前記ステップ (c) では、前記移動機構を制御することにより、前記アンテナの形態を形成する請求項 9 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 11】 前記ステップ (d) では、アンテナの利得、指向性及びインピーダンスのうち少なくともいずれか 1 つの特性を測定し、

前記ステップ (e) では、アンテナの利得、指向性及びインピーダンスのうち少なくともいずれか 1 つの特性のレベルが所望範囲にあるか否かを判別する請求項 9 または 10 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 12】 前記ステップ (d) では、外部機器からの信号をも利用してアンテナの特性を求める請求項 11 に記載のアンテナの設計方法。

【請求項 13】 遺伝子アルゴリズムを用いてアンテナの設計を行う印アンテナの設計方法であって、
アンテナが形成され得る 2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割り当てられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化するステップ (a) と、

前記符号の母集団を設定し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性を評価するステップ (b) と、を含み、

前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および／または突然変異の遺伝的操作を行い、前記母集団を更新するステップ (c) と、

前記ステップ (b) および前記ステップ (c) を繰り返す

すことにより、前記評価の所定基準を超える特性を持つアンテナの形態を決定する、遺伝子アルゴリズムを用いたアンテナの設計方法。

【請求項 14】 2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画する手段(a)と、

前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義する手段(b)と、

前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行う手段(c)と、

前記手段(c)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求める手段(d)と、

前記手段(d)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性評価を行う手段(e)と、を備え、

異なる複数の変数について、前記変数の設定から前記アンテナの特性までの処理を順次または並列的に実行することにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性評価の結果を得て、この特性評価の結果に基づいてアンテナの形態を決定する、アンテナの設計装置。

【請求項 15】 遺伝子アルゴリズムを用いてアンテナの設計を行うアンテナの設計装置であって、

アンテナが形成され得る2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割り当てられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化する手段(a)と、

前記符号の母集団を設定し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有するアンテナの特性を評価する手段(b)と、

前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および/または突然変異の操作を行い、前記母集団を更新する手段(c)と、を備え、

前記アンテナの特性の評価と前記母集団の更新とをを繰り返すことにより、前記評価の所定基準を超える特性を持つアンテナの形態を決定するアンテナの設計装置。

【請求項 16】 コンピュータに対して、2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画するステップ

(a)と、前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ(b)と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ(c)と、前記ステップ(c)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ(d)と、前記ステップ(d)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性の評価を行うステップ(e)とを実行させ、更に、異なる複数の変数について、前記ステップ(c)から前記ステップ(e)までを順次または並列的に実行させることにより、前記複数の

変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性の評価結果を算出させる、コンピュータプログラム。

【請求項 17】 コンピュータに対して、アンテナが形成され得る2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割り当てられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化するステップ(a)と、前記符号の母集団を用意し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有するアンテナの特性を評価するステップ(b)と、前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および/または突然変異の遺伝的操作を行い、前記母集団を更新するステップ(c)とを実行させ、更に、前記ステップ(b)および前記ステップ(c)を繰り返して実行させる、コンピュータプログラム。

【請求項 18】 互いに分離され、各々が単独ではアンテナとして機能しない複数の導電体要素のアレイと、前記複数の導電体要素から選択された少なくとも2つの導電体要素を電磁氣的に結合し、結合した複数の導電体要素を1つのアンテナ要素として機能させる結合手段と、前記複数の導電体要素を支持する誘電体層とを備え、前記結合手段は、前記選択された複数の導電体要素を電氣的に接続し得るスイッチング素子を有しているアンテナと、前記複数のスイッチング素子を駆動する信号を生成する駆動回路と、

演算器と、

前記演算器に対して、2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画するステップ(a)と、前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ(b)と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ(c)と、前記ステップ(c)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ(d)と、前記ステップ

(d)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性の評価を行うステップ(e)とを実行させ、更に、異なる複数の変数について、前記ステップ(c)から前記ステップ(e)までを順次または並列的に実行させることにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性の評価結果を算出させる、コンピュータ・プログラムを格納したメモリと、を備えている装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波やミリ波などの電磁波の送受信に用いられるアンテナの設計に関し、特に、無線を利用した携帯情報端末や、パーソナルコンピュータのネットワーク(いわゆる無線)

AN) 用機器に最適なアンテナの設計に関するものである。また、本発明は、設計されたアンテナを備えた各種の装置にも関している。

【0002】

【従来の技術】 従来より、TV、ラジオなどの分野では、映像、画像信号の電磁波を受けるため、あるいは送るために、各種のアンテナが開発されている。このようなアンテナには、例えば、パラボラアンテナ、反射鏡アンテナなどの開口面アンテナや、ダイポールアンテナ、パッチアンテナなどの線状アンテナや、平面アンテナ、スロットアンテナなどのアレーアンテナが知られている。

【0003】 これらのアンテナについては、指向性、利得、およびインピーダンスなどのファクタを如何に改善するかということを主眼とした多くの改良が積み重ねられている。アンテナの形態や設置位置は、送受信する電波の周波数や電波を受ける方向に応じて、上記の指向性、利得、およびインピーダンスを最適化するように設計され、定められている。

【0004】 このようなアンテナを設計する方法としては、所定の用途に適合した形態を有すると考えられるアンテナを選択した後、そのアンテナの各部のサイズ（幅、長さ、厚さなどのパラメータ）を少しずつ変更しては、アンテナ特性を評価することにより、アンテナ形態を最適化する手法が採用されている。

【0005】 この場合のアンテナ特性の評価には、シュミレーションによって求めた電磁界パターンに基づいて行われる場合と、形態の異なるアンテナを試作して実際にアンテナ特性を測定して行う場合がある。このようなアンテナの設計方法は、例えば、特許文献1に記載されている。

【0006】

【特許文献1】 特開 9-51224 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来のアンテナ設計方法によれば、設計パラメータの初期値は、最初に設定するアンテナの形態に依存しており、その形態は設計者の経験に基づいて選択されるため、設計者の熟練度によって設計に必要な時間が長大化したり、あるいは、最適な形態に到達しない場合があり得る。

【0008】 また、従来の設計方法において、シュミレーションや計算によってではなく、現実にアンテナを試作して特性を評価する場合は、形態の異なるアンテナを多数施策する必要があるため、設計に要するコストや時間の負担が大きいのという問題もある。

【0009】 本発明の主たる目的は、設計者に経験によらず、必要なアンテナ特性を発揮するアンテナ形態を決定することが可能なアンテナの設計方法および設計装置を提供することにある。

【0010】 また、本発明の他の目的は、上記のアンテ

ナの設計方法を実施しながら、アンテナの形態を動的に変更し得る装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明によるアンテナの方法は、2次元または3次元の解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ(a)と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ

(b)と、前記ステップ(b)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ(c)と、前記ステップ(c)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性評価を行うステップ(d)とを含み、異なる複数の変数について、前記ステップ(b)から前記ステップ

(d)までを順次または並列的に実行することにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性評価の結果を得て、この特性評価の結果に基づいてアンテナの形態を決定する。

【0012】 好ましい実施形態において、前記ステップ(a)では、前記解析領域内においてアンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画し、前記複数のセルに割り当てた符号の組を変数として、個々のアンテナの形態を記述する。

【0013】 好ましい実施形態において、前記ステップ(a)では、アンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画して、各セルにおける導体の有無をマトリクスで表した変数によりアンテナの形態を記述する。

【0014】 好ましい実施形態において、遺伝子アルゴリズムを用いてアンテナの特性が所望範囲に収束するように前記ステップ(b)から前記ステップ(d)を繰り返す。

【0015】 好ましい実施形態において、前記ステップ(b)では、アンテナを形成しようとする領域をアレイ状に配置された複数のセルに区画して、各セルにおける導体占有率をマトリクスで表した変数によりアンテナの形態を記述する。

【0016】 好ましい実施形態において、ニューラルネットワークを用いてアンテナの特性が所望範囲に収束するように前記ステップ(b)から前記ステップ(d)を繰り返す。

【0017】 好ましい実施形態において、前記複数の要素を有限要素法における有限要素として区画するステップを更に含み、前記ステップ(c)では、有限要素法を用いて解析領域における電磁界パターンを求める。

【0018】 好ましい実施形態において、アンテナ設計対象領域及びアンテナ設計対象領域を囲む領域全体を前記有限要素に区画するステップを更に含み、前記ステップ(a)では、前記アンテナ設計対象領域における有限要素を前記セルとして変数を定義する。

【0019】本発明による他のアンテナの設計方法は、アンテナの形態を可変に形成する形態形成手段を定義するステップ(a)と、前記形態形成手段を用いてアンテナの形態を規定するための変数を定義するステップ

(b)と、前記ステップ(b)で定義された変数を用いて前記形態形成手段によりアンテナの形態を形成するステップ(c)と、前記ステップ(c)で形成されたアンテナの特性を測定するステップ(d)と、前記ステップ(d)において検出されたアンテナの特性が所望範囲にあるか否かを判別するステップ(e)とを含み、前記アンテナの特性が所望範囲になるまで前記ステップ(c)から前記ステップ(e)を繰り返す。

【0020】好ましい実施形態において、前記ステップ(a)では、前記形態形成手段を、アンテナ形成領域に配置され、互いに分離された複数の導体要素と、各導体要素間を導通・非導通に切り換えるための接続要素と、この接続要素を移動させるための移動機構とによって定義しておき、前記ステップ(c)では、前記移動機構を制御することにより、前記アンテナの形態を形成する。

【0021】好ましい実施形態において、前記ステップ(d)では、アンテナの利得、指向性及びインピーダンスのうち少なくともいずれか1つの特性を測定し、前記ステップ(e)では、アンテナの利得、指向性及びインピーダンスのうち少なくともいずれか1つの特性のレベルが所望範囲にあるか否かを判別する。

【0022】好ましい実施形態において、前記ステップ(d)では、外部機器からの信号をも利用してアンテナの特性を求める。

【0023】本発明のアンテナの設計方法は、遺伝子アルゴリズムを用いたアンテナの設計方法であって、アンテナが形成され得る2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割りあてられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化するステップ(a)と、前記符号の母集団を設定し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性を評価するステップ(b)とを含み、前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および/または突然変異の遺伝的操作を行い、前記母集団を更新するステップ(c)と、前記ステップ(b)および前記ステップ(c)を繰り返すことにより、前記評価の所定基準を超える特性を持つアンテナの形態を決定する。

【0024】本発明のアンテナの設計装置は、2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画する手段

(a)と、前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義する手段(b)と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行う手段(c)と、前記手段(c)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域

の電磁界パターンを求める手段(d)と、前記手段

(d)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性評価を行う手段(e)とを備え、異なる複数の変数について、前記変数の設定から前記アンテナの特性までの処理を順次または並列的に実行することにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性評価の結果を得て、この特性評価の結果に基づいてアンテナの形態を決定する。

【0025】本発明の他のアンテナ設計装置は、アンテナが形成され得る2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割りあてられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化する手段

(a)と、前記符号の母集団を設定し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有するアンテナの特性を評価する手段(b)と、前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および/または突然変異の遺伝的操作を行い、前記母集団を更新する手段(c)とを備え、前記アンテナの特性の評価と前記母集団の更新とを繰り返すことにより、前記評価の所定基準を超える特性を持つアンテナの形態を決定する。

【0026】本発明のコンピュータ・プログラムは、コンピュータに対して、2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画するステップ(a)と、前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ(b)と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ(c)と、前記ステップ(c)で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ(d)と、前記ステップ

(d)において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性の評価を行うステップ(e)とを実行させ、更に、異なる複数の変数について、前記ステップ(c)から前記ステップ(e)までを順次または並列的に実行させることにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性の評価結果を算出させる。

【0027】本発明の他のコンピュータ・プログラムは、コンピュータに対して、アンテナが形成され得る2次元または3次元の空間を複数のセルに区画し、前記複数のセルにそれぞれ割りあてられた数値からなる符合によって個々のアンテナの形態を記述し、それによってアンテナの形態を符号化するステップ(a)と、前記符号の母集団を用意し、前記母集団を構成する個々の符号によって記述される形態を有するアンテナの特性を評価するステップ(b)と、前記評価の結果に基づいて、前記母集団に対する選択、交叉、および/または突然変異の遺伝的操作を行い、前記母集団を更新するステップ

(c) とを実行させ、更に、前記ステップ (b) および前記ステップ (c) を繰り返して実行させる。

【0028】本発明の装置は、互いに分離され、各々が単独ではアンテナとして機能しない複数の導電要素のアレイと、前記複数の導電要素から選択された少なくとも2つの導電要素を電磁氣的に結合し、結合した複数の導電要素を1つのアンテナ要素として機能させる結合手段と、前記複数の導電要素を支持する誘電体層とを備え、前記結合手段は、前記選択された複数の導電要素を電気的に接続し得るスイッチング素子を有しているアンテナと、前記複数のスイッチング素子を駆動する信号を生成する駆動回路と、演算器と、前記演算器に対して、2次元または3次元の解析領域を複数の要素に区画するステップ (a) と、前記解析領域内に含まれるアンテナの形態を記述する変数を定義するステップ (b) と、前記変数を設定することにより、前記変数によって記述されるアンテナの形態を設定する行うステップ (c) と、前記ステップ (c) で決定されたアンテナの形態によって生じる前記解析領域の電磁界パターンを求めるステップ (d) と、前記ステップ (d) において求められた電磁界パターンに基づいて、前記アンテナの特性の評価を行うステップ (e) とを実行させ、更に、異なる複数の変数について、前記ステップ (c) から前記ステップ (e) までを順次または並列的に実行させることにより、前記複数の変数の各々によって記述される形態を有する個々のアンテナの特性の評価結果を算出させる、コンピュータ・プログラムを格納したメモリとを備えている。

【0029】

【発明の実施の形態】まず、本発明による設計方法の実施形態を説明する。

【0030】図41は、本発明によるアンテナの設計方法の手順の一例を示すフローチャート図である。ここでは、有限要素法などによる解析を用いたアンテナの設計方法について説明する。

【0031】まず、ステップST1で、解析領域の全体を有限要素法による解析を行なうための細かい要素（有限要素）に分割する。この解析領域は、2次元または3次元の空間であり、その内部にアンテナが形成される領域（アンテナ形成領域）を含んでいる。すなわち、本明細書における「解析領域」とは、アンテナの設計対象領域のみならず、その周囲の空間領域（又は絶縁体）などを含む領域である。

【0032】次に、ステップST2で、解析領域のうち、アンテナを構成する導体部分が配置され得る領域を、アンテナ形態の設計対象領域として定義する。このステップST1、ST2の処理の具体例を以下に説明する。

【0033】まず、図42を参照しながら、第1の具体例を説明する。

【0034】図42 (a) は、平面型アンテナを設計する場合の2次元的な「解析領域」の一部を模式的に示している。図42 (a) には、4つの導電性部材302a～302dを構成要素として含むアンテナ301が示されている。図示されている4つの導電性部材302a～302dの各々は、長方形の平面パターンを有しているが、これらの導電性部材302a～302dの各々の形状を変化させることにより、アンテナ301に所望の特性を付与することになる。

【0035】図42 (b) に示すように、各導電性部材302a～302dが位置する領域をアンテナの形態設計の対象領域として選択し、この領域を複数のセル303に区画する。アンテナの形態設計の対象領域が2次元であるため、セル303も行および列からなるマトリクス状に配列することが好ましい。アンテナの3次元的な形態を設計する場合は、セル303を3次元的に配列することが好ましい。

【0036】次に、各セル303における導体の有無を“0”および“1”によってコード化する（コーディング）。図42 (b) においてハッチングされたセル303には導体が存在し、ハッチングされていないブランクのセル303には導体が存在しないとすると、図42 (c) に示す数値の組が得られる。この数値の組は、図42 (b) に示す導体の形態に対応する要素 x_{ij} (x_{ij} は1又は0で、 $i=M$ 、 $j=N$ (M 、 N は正の整数)) からなるマトリクスを形成する。本発明による設計方法では、アンテナの形態を記述する変数として、このようなマトリクスを用いる。なお、セル303が3次元的に配列される場合、マトリクスも3次元化される。

【0037】アンテナの特性は、マトリクス変数に依存し、この変数を用いた目的関数として表現される。故に、アンテナ特性を評価し、最適化するための操作にマトリクス変数を用いることができる。

【0038】図42 (b) および図42 (c) には、簡単化のため、9個の完全なセルが記載されているが、各形態設計の対象領域は、 $M \times N$ 個のセルに区画されている (M 、 N は正の整数)。このため、 M 行 N 列のマトリクスが変数として用意される。マトリクスの要素には、“1”または“0”の数値が与えられるため、マトリクス変数の数は、2の ($M \times N$) 乗となる。マトリクス変数に対応するアンテナの形態を考えると、その形態の数も2の ($M \times N$) 乗だけ存在することになるが、その中には、導体部分に対応するセルが1つも無いパターンや、対象領域の全てが導体部分に埋め尽くされているパターンも含まれており、アンテナとして正常に動作しない形態も存在する。

【0039】以上の説明から明らかなように、図42 (c) に示す数値の組（マトリクス変数）は、図42 (b) に示す導体要素（各々がセルに対応する）の配列に対応しており、アンテナの形態を符号化（コーディン

グ)したものに対応する。言い換えると、図 4 2 (c) に示す数値の組は、アンテナの形態を表現する符号である。本発明では、この符号を用いてアンテナの形態を記述するため、多様なアンテナの形態を適切に取り扱うことが可能となる。従来の設計方法では、予め設定された形態をもつアンテナの特定部分の寸法を変数として目的関数を作成していたため、記述できるアンテナ形態が極めて狭い範囲に限定され、数値的な処理のみによって多様な形態をもつアンテナを取り扱うことができなかった。これに対し、本発明では、2次元または3次元の空間内で多様なアンテナ形態を記述する変数が用意されるため、設計者の経験に拘束されない任意の形態を設計プロセスの初期値として選択することが可能になる。

【0040】このように本発明では、アンテナの形態を記述するために予め大枠が与えられた導体パターン幅や長さなどの形態パラメータを変数としてアンテナ特性を最適化を図る代わりに、上記の符号化によって得られる数値の列を用いてアンテナ特性の最適化を図るため、例えば“001...001...011...”という数値の配列を用いることにより、遺伝子アルゴリズム (Genetic Algorithms) や、極小値を求める急速降下法などを用いた最適設計が可能になる。

【0041】以下、遺伝子アルゴリズムを用いて本発明のアンテナ設計を行う場合を説明する。

【0042】遺伝子アルゴリズムとは、「遺伝的アルゴリズム」または「遺伝型アルゴリズム」とも呼ばれる学習的アルゴリズムであり、生物が環境に適応して進化してゆく過程を工学的に模倣したアルゴリズムである。

【0043】遺伝子アルゴリズムでは、設計対象のパラメータが染色体 (Chromosome) と呼ばれる符号 (文字列または数値の組) で表現される。個々の設計パラメータで規定される形態を備えたアンテナの各々が「個体 (Individual)」であり、個体の集団が母集団 (Population) である。初期化された母集団に対して、選択 (Selection)、交叉 (Crossover)、突然変異 (Mutation) などの遺伝的操作を繰り返して行う。そして、個々の個体について目的関数に基づく評価を行って、次の母集団の構成を更新する。母集団の中に条件を満たす個体 (解) が存在するなど、所定の条件が満たされたとき、

遺伝子アルゴリズムは終了する。

【0044】遺伝子アルゴリズムにおいて、例えば個体 {1111} および個体 {0000} に対して交叉の処理を行うと、個体 {1100} および個体 {0011} などが生成される。また、個体 {1111} に対して突然変異の処理を行うと、例えば {1101} が生成される。前述した方式でアンテナの形態を数値の列に符号化すれば、上記のような遺伝型処理を実行することが可能になる。

【0045】なお、「評価」は、アンテナ特性を公知の

方法で計算した電磁界パターンに基づいて行うこともできるし、また、実際にアンテナを作成してアンテナ特性を測定することによって行うこともできる。遺伝子アルゴリズムをアンテナ設計に適用する場合に重要な特注点は、所望の特性を発揮するアンテナ形態が見つからなかったときに行うアンテナ形態の変更 (形態記述のための変数の変更: 解の探索) を、上述の選択、交叉、突然変異などの処理によって行うことにある。

【0046】次に、図 4 6 を参照しながら、上述した遺伝子アルゴリズムを説明すると、以下のようになる。

【0047】まず、図 4 6 (a) に示すように、多数のアンテナ形態を含む初期の母集団を選択する。図 4 6

(a) では、4つのアンテナ形態が例示されているが、実際には、この数よりも多くの形態が初期化された母集団の要素として選択される。選択の基準は、アンテナの用途やアンテナが置かれる状況に応じて変化してもよいし、特に選択の基準を設けず、全くのランダムに形態を選んでよい。図では、16行×17列のマトリクスが示されており、黒い部分が導体部分である。16×17=272であるため、各アンテナ形態は、「0」または「1」の数値の272個のシー検するあるいはマトリクスによって表現される。従って、母集団は、 2^{272} 個の形態から適宜に選択された複数の形態を含んでいる。

【0048】次に、母集団に対して交叉や突然変異などの処理を行う。図 4 6 (a) に示される個々の形態は、前述したようにして符号化されているため、交叉や突然変異も数値的な処理によって実行される。図 4 6 (b) に示す例では、交叉や突然変異によって、図 4 6 (a) には図示されていなかった形態が形成されている。

【0049】次に、図 4 6 (b) に示す形態のアンテナの電磁界パターンを求め、アンテナの特性を評価する。ここでは、指向性が或る規準を超えたアンテナ形態を選択するものとする。この結果、図 4 6 (c) に示す形態が選択され、新たな母集団を構成する。この後、交叉などの処理を行い、図 4 6 (d) に示すように、新しい形態を形成し、これらの形態を有するアンテナの評価を行う。評価の結果、例えば、図 4 6 (d) の右側に示す形態をもつアンテナが最も指向性の高いアンテナの形態として選択され得る。

【0050】このような方法によれば、多様な形態の中から求める形態 (解) を見いだすことが可能であり、初期化された母集団の構成は、設計者の熟練度によらずに選択され得る。

【0051】以上説明してきた例では、形態設計の対象領域内においてアンテナの導体部分が存在する領域 (黒いセル) には、論理値“1”を割り当て、導体部分が存在しない領域 (白いセル) には論理値“0”を割り当てているが、符号化の方法はこれに限定されない。

【0052】次に、図 4 3 を参照しながら、他の符号化を説明する。

【0053】図43(a)～(b)は、それぞれ、図42(a)～(b)に対応する図面である。図43(b)と図42(b)とを比較してわかるように、この例では、セル単位で導体部分が存在するか否かが区画されず、各セル313における導体部分の占める割合(導体占有率)がNビットの数値によって符号化される。図43(c)は、図43(b)の導体パターンに対応する要素 x_{ij} (x_{ij} はKビットの変数で、 $i=M$ 、 $j=N$ (M 、 N は正の整数))からなるマトリクスを示している。アンテナの形態を記述するマトリクスを変数とし、この変数の関数である最適化の目標となる目的関数を定義することができる。

【0054】図43(a)～(c)に示される符号化によってアンテナの形態を記述する場合、例えば各セルの導体占有率を重み付けとするニューラルネットワークなどを用いた最適設計が可能である。この導体占有率は、具体的には各セルに形成される開口の大きさなどによって実現される。

【0055】なお、導体占有率以外のパラメータを各セルに割り当てることにより、アンテナの形態を記述してもよい。例えば、各セル内における導体部分の厚さ、導体部分の向き、導体部分の形状などを可変にし、そのパラメータを規定する数値を対応するセルに割り当てても符号化が可能である。

$$\text{rot}[\mu]^{-1} \cdot \text{rot} E + [\sigma](\delta E / \delta t) + [\epsilon](\delta^2 E / \delta t^2) \quad (1)$$

【0062】ここで、式(1)において、 μ は透磁率、 σ は導電率、 ϵ は誘電率、 E は電界、 δ は偏微分の演算子である。また、 E はベクトルであり、 μ 、 σ 、 ϵ はテンソルである。

【0063】なお、式(1)は、電界 E を変数とする場合の方程式であるが、磁界 H を変数とする方程式や、電界 E 及び磁界 H を変数とする方程式もマクスウェルの電

$$[K][E] + [C](\delta[E] / \delta t) + [L](\delta^2[E] / \delta t^2) + [F(t)] = 0 \quad (2)$$

【0066】そして、式(2)に境界条件を与えることにより、解を算出することができる。ここで、 $[E]$ は、解析領域全体で電界 E を近似するために離散的に仮定した未知数を表すベクトルで、 $[K]$ は透磁率 μ のテンソル値やアンテナの形態によって定まる係数ベクトルであり、 $[C]$ はアンテナのセルの導体率パターンや形態によって定まる係数ベクトルであり、 $[L]$ は、誘電率 ϵ のテンソル値やアンテナの形態によって定まる係数ベクトルである。また、 $F(t)$ は、アンテナが受ける電界(受信用アンテナの場合)や電流(送信用アンテナの場合)を表す関数である。

【0067】既に説明したように、本発明のアンテナの形態設計によれば、アンテナの設計対象領域及びその周囲の空間領域(又は絶縁体)を含む領域を解析領域とする。図44は、第1の実施形態の設計方法に用いられる解析領域を区画した有限要素の一単位における電界 E の成分を示す図である。図44に示すように、局所座標

【0056】以上に例示した方法により、ステップST1およびステップST2を実行した後、図6に示すステップST3において、必要なアンテナの特性及びそのレベルを定める。この特性とは、アンテナの利得、指向性、インピーダンスなどである。なお、ステップST3は、ステップST1よりも前に実行してもよい。

【0057】次に、ステップST4で、形態記述のための変数の初期値を、例えば、図42(c)や図43

(c)に示すマトリクスのように決定する。このステップは、遺伝子アルゴリズムでは、「初期化された母集団」を用意(設定)するステップに相当する。

【0058】ステップST5では、形態記述のための変数(例えばマトリクス)を参照しながら、対応する要素(有限要素)の物理特性を規定しているデータベースを必要に応じて更新する。この物理特性とは、各要素の透磁率、導体率、誘電率などである。

【0059】ステップST6では、有限要素法を利用した電磁界解析を解析領域全体で行なう。基本的には、この電磁界解析は、公知の方法で実行することが可能である。その手順の一例を以下に説明する。

【0060】まず、電磁界の解析の基礎となる方程式は、マクスウェルの電磁界方程式から導かれ、下記式(1)により表される。

【0061】

磁界方程式から導かれる。

【0064】そして、上記式(1)を解析領域の細かい要素(有限要素)に分割し、各要素において離散的な近似法で E を近似して(1)をマトリクス式にする。そして、これを全要素について重畳することにより、全体マトリクス式と呼ばれる下記式(2)を導き出す。

【0065】

(ξ 、 η 、 ζ)において各有限要素の各辺における電界 E の成分は、 $E_1 \sim E_8$ と表すことができる。そして、各辺を共有する複数の有限要素間には、同じ電界成分 $E_1 \sim E_8$ を有している。したがって、多数の有限要素について、式(2)から有限要素の個数だけの連立方程式を作成し、この連立方程式の境界条件を定めて数値解析により解いていくと、各有限要素の電界成分 $E_1 \sim E_8$ が求められる。

【0068】なお、式(1)における $[\mu]$ 、 $[\sigma]$ 、 $[\epsilon]$ は、いずれも局所座標(ξ 、 η 、 ζ)における9つの成分をもったテンソルとして表される。

【0069】ここで、アンテナの各セルの導体パターンや、その周囲の条件が定まると、式(2)における係数マトリクス $[K]$ 、 $[C]$ 、 $[L]$ は定まる。例えば、図42(b)、(c)に示す例では、導体が形成されているセルの導電率 σ を1とし、導体が形成されていないセルや、周囲の空間の導体率を0とすることができる。

また、図 43 (b)、(c) に示す例では、各セルの導電率 σ は、その導体占有率に応じた 0 から 1 の間の値をすることができ、周囲の空間における導電率 σ は 0 とすることができる。このように、初期条件として、解析領域における導電率 σ の分布が決定されると、それに応じて式 (2) における [C] が定まる。同様に、アンテナを構成する各セルの材料や、周囲の物質によって各有限要素の透磁率 μ や誘電率 ϵ が定まるので、式 (2) における係数マトリクス [K] や [L] が定まる。さらに、アンテナに入力される電波 $F(t)$ をある値に仮定する。この条件で式 (2) を解くと、各有限要素における電界 E の分布などが求まる。ここでは、電界 E を求める場合について説明したが、各有限要素の磁界 H を求める場合にも同様の手順を採ることができる。

【0070】そして、各有限要素の電磁界を総合することにより、解析領域全体の電磁界パターンが求まる。この電磁界パターンから、アンテナの利得、指向性、インピーダンスなどの、ステップ ST3 で定められた特性のレベルがわかる。

【0071】なお、アンテナの形態を動的に変化させることができる場合、個々の形態に対するアンテナ特性の評価を、実測によって行うことも可能である。

【0072】次に、図 41 に示すステップ ST7 で、解析の結果得られた特性のレベルが、目標とする特性の所望のレベルに達するか否かを判定する。この判定結果が NO のとき、つまり、設計されたアンテナの特性のレベルが所望の範囲に入っていないときには、ステップ ST8 に進んで、アンテナの形態を記述するための変数（マトリクス）を修正する。例えば、図 42 (b) に示す各セル 303 のうち導体を有するセル数を増やしたり、図 43 (b) に示す各セル 313 の導体占有率を変更するなどである。遺伝子アルゴリズムによる場合、選択、交叉、突然変異などの処理を行うことにより、変数の変更（母集団の更新）を行うことができる。

【0073】そして、アンテナの設計によって得られたアンテナ特性のレベルが所望の範囲に収束するまでステップ ST5 ～ ST7 の処理を繰り返し、ステップ ST7 における判定結果が YES になると、つまり、アンテナの特性のレベルが所望の範囲に収束すると、ステップ ST9 に進んで、適正なアンテナの構造を表す変数（マトリクス）を出力する。このアンテナの形態を記述するための変数はデータベースに取り込まれて、アンテナを生産するときの基本的な設計資料となる。

【0074】以上の方法によれば、実際にアンテナの構造を作り上げなくても、解析のみにより、アンテナの形態を多種多様に設計することができる。特に、有限要素法を用いた場合には、アンテナの微細な構造を精度よく設計することができる。

【0075】また、アルゴリズムとして遺伝子アルゴリズムを用いた場合には、急速降下法のような局所的な最

適解に陥る自体を回避して、迅速に最適解に収束しうる利点がある。ただし、遺伝子アルゴリズムのみでは、迅速に最適解に近づくことができて、最適解に確実に収束するという保証はない。そこで、解析の初期においては遺伝子アルゴリズムを用いて最適解の見当をつけてから、急速降下法を組み込んだニューラルネットワークを用いてもよい。本実施形態においては、当初は図 42 (b)、(c) に示す 0、1 パターンのマトリクスを変数として遺伝子アルゴリズムを用い、大まかなアンテナパターンが定まってから、図 43 (b)、(c) に示すように、各セルの導体占有率（重み付け係数）を変化させた、ニューラルネットワークを用いる方法に移行してもよい。

【0076】なお、本実施形態では、図 42 (b) に示すセル 103 や、図 43 (b) に示すセル 303 を、図 43 に示す有限要素としている。しかし、有限要素をアンテナの構造を定めるためのセルよりも細かく区画してもよいし、あるいはセルよりも大きく区画してもよい。ただし、本実施形態のように、有限要素法の解析のための有限要素を、アンテナの設計対象領域及びその周囲を囲む領域に亘って共通に区画することにより、アンテナの各部において有限要素法による電磁界の解析が直接行なわれるので、解析が迅速かつ簡単になる。

【0077】次に、図 45 を参照しながら、本発明によるアンテナの設計方法の他の手順を示す。図 45 は、この手順を示すフローチャート図である。ここでは、形態が動的に変化し得るアンテナの設計方法を説明する。

【0078】まず、ステップ ST11 で、アンテナ（デバイス）の基本的な構成を定める。ここでいう構成とは、平面アンテナ、スロットアンテナ、線状アンテナなどのアンテナの種類と、アンテナを構成する部材の形状や材料などである。

【0079】次に、ステップ ST12 で、アンテナの形態を変化させるための具体的な手段を定める。形態を動的に変化させることが可能なアンテナの具体的な構成については、後で詳細に説明する。

【0080】ステップ ST13 で、動的に形態が変化するアンテナの目標とする特性及びそのレベルを定める。この特性とは、アンテナの利得、指向性、インピーダンスなどである。

【0081】そして、ステップ ST14 で、アンテナの形態を記述するための変数の初期値を決定する。この変数とは、第 1 の実施形態と同様に、アレイ状に配置されたセルの接続関係を記述するマトリクスなどである。例えば図 11 (b) に示すようなアンテナの初期の形態を、要素 x_{ij} が 0 か 1 であるマトリクスを変数として記述することができる。

【0082】ステップ ST15 で、ステップ ST14 で記述された形態をもつアンテナを形成する。

【0083】ステップ ST16 で、目標とするアンテナ

の特性、例えばアンテナの利得、指向性、インピーダンスなどを、各種のセンサを利用して測定する。

【0084】ステップST17で、測定の結果検出された特性のレベルが、目標とする特性の所望のレベルに達するかどうかを判定する。この判定結果がNOのとき、つまり、設計されたアンテナの特性のレベルが所望の範囲に入っていないときには、ステップST18に進んで、アンテナの形態を記述するための変数を修正する。例えば、導体パターンを変更するように、形態記述のための変数であるマトリクスなどを変更する。

【0085】そして、アンテナの設計によって得られたアンテナの特性のレベルが所望の範囲に収束するまでステップST15～ST17の処理を繰り返して、ステップST17における判定結果がYESになると、つまり、アンテナの特性のレベルが所望の範囲に収束すると、ステップST19に進んで、適正なアンテナの構造を表す変数（マトリクスなど）を出力する。このアンテナの形態を記述するための変数はデータベースに取り込まれて、アンテナを製造するときの基本的な設計資料となる。

【0086】上記のアンテナ設計方法に基づいて設計されるアンテナの形態は、図42（b）または図43

（b）に示されようパターンを有している。このため、アンテナの各部の寸法は、セルの1辺の長さを単位として規定される。従って、例えば図42（b）に示すようなセル単位で導体部分が配列され、必要に応じて選択された導体部分を電磁的に接続することのできる形態可変アンテナがあれば、マトリクス変数で記述される形態をもつアンテナを作製し、そのようなアンテナの特性を実際に測定することが容易に行われる。

【0087】以上説明してきたことからわかるように、本発明の設計方法では、アンテナの形態をマトリクス状に配列された要素の組によって規定している。このため、設計されるアンテナの形態は、導体セルを結合した形態を有している。

【0088】以下、本発明によるアンテナの設計方法に従って好適に設計されるアンテナを説明する。前述したように、本発明のアンテナ設計方法は、アンテナ形成領域を多数のセルに区画し、複数のセルの組合せによってアンテナの形態を規定する。このため、アンテナの形態をセル単位で変更できれば、本発明の設計方法で設計される形態を有するアンテナを速やかに実現することができる。そこで、本発明の設計方法に適合したアンテナの構造および動作を以下に詳述する。

【0089】〔電流制御型アンテナ〕まず、図1（a）および図1（b）を参照しながら、本発明の設計方法に好適に設計されるアンテナの基本的な特徴を説明する。ここでは、「電流制御型」のアンテナについて説明する。図1（a）は、形態が固定された電流制御型の平面アンテナの構造例を示し、図1（b）は、形態の変更が

可能な電流制御型の平面アンテナの構造例を示している。

【0090】なお、本明細書において「電流制御型アンテナ」とは、電流（電界）分布に着目して、その形態が設計されるアンテナをいう。電流制御型とは別に、アンテナには磁流制御型がある。「磁流制御型アンテナ」とは、磁流（磁界）分布に着目してその形態が設計されるアンテナをいう。

【0091】従来の電流制御型の平面アンテナは、図1（a）に示すように、誘電体基板201と、誘電体基板201の上に形成された特定パターンを有する導電体202、203とを備えている。この導電体202、203は、例えば金属層を誘電体基板1上に堆積した後、その金属層の不要部分を取り除くことによって形成される。

【0092】図示されている例では、導電体202の端部102aが、受信時においては機器への入力信号の入力ポートとして機能し、送信時においては機器から外部への出力信号の出力ポートとして機能する。

【0093】上記の従来例では、所望のアンテナ特性が得られるように導電体パターンが予め設計されており、導電体202、203の形態は誘電体基板201上で固定されている。このため、導電体202、203の形態を変化させることは極めて困難である。

【0094】一方、図1（b）に示す電流制御型の平面アンテナは、多数の単位セル10を例えば行列状に配列したセルアレイ構造を有している。各単位セル10は分離されているが、図1（b）に示していない導通手段により、セルアレイ中から選択した単位セルの群を互いに導通させることにより、アンテナとして機能する形態をもつ導電体2、3を形成している。

【0095】図1（b）の例では、導通領域Rcoに位置している単位セルを相互に接続している。一方、セルアレイから選択しなかった単位セル10の群（非導通領域Rncにある単位セル群）は、相互に全く導通しないか、または、ほとんど導通しない状態にある。選択されなかった単位セル10の群（非導通領域Rncにある単位セル群）は、誘電体基板上に存在したまま、除去される必要は無い。これは、孤立した各単位セル10の大きさが、電磁波の波長に比べて小さいため、アンテナの一部としては実質的に機能しないためです。

【0096】なお、図1（a）に示す例では、導電体2の端部2aが、受信においては機器への入力信号の入力ポートとして機能し、送信においては機器から外部への出力信号の出力ポートとして機能する。

【0097】図1（a）の例は、単位セル10のアレイのうち、どの単位セル10を選択するかを決定した後、選択した単位セル10を導通手段によって電気的に接続する。本発明の好ましい態様では、ある時点において他の単位セル10と電気的に接続されなかった単位セル

(非選択の単位セル) 10も、除去されず、そのまま、誘電体基板上に存在している。このため、次には、その単位セル10を選択して、導通手段によって他の単位セル10と電氣的に接続することも行える。

【0098】このように、図1(a)に示すアンテナによれば、アンテナとして機能する要素(アンテナ要素)のパターン(形態)を調整することが可能である。

【0099】一般に、電流制御型アンテナの設計に際しては、所望のアンテナ特性に対応する電流パターンが得られるようにアンテナ要素の形状が決定される。ただし、アンテナとして機能するのは導電体パターンだけではなく、導電体・誘電体の組み合わせパターンである場合もある。つまり、最終的には導電体を流れる電流が機器への入力信号となるとしても、誘電体をも電磁波が通過し、誘電体の特性が導電体を流れる電流に影響を及ぼしている。このため、アンテナを構成する要素は、導電体及び誘電体の双方である。ただし、空気のように極めて誘電率の小さい物質が導電体間に存在する場合には、導電体同士が極めて近接していないかぎり、これらの物質が電磁波に与える影響はほとんど無視しうるので、便宜上、導電体パターンのみをアンテナ要素のパターンとして取り扱う。

【0100】以下、図1(a)に示すアンテナと、図1(b)に示すアンテナとの基本的な相違について、さらに詳しく説明する。

【0101】図1(a)に示す電流制御型アンテナは、平面アンテナであるが、平面型か否かに関係なく、アンテナとして機能する導電体パターン、または導電体と誘電体との組み合わせパターンは、アンテナが付設される機器に応じて、ほぼ一義的に定められている。

【0102】一般に、受信する電磁波の向きや周波数帯に応じて、アンテナとして機能する導電体部分の好ましい形状は異なる。従って、その導電体部分の形状を動的に変更(再構成)できないアンテナでは、受信する電磁波の向きの変化に対応するためには、アンテナの向きを変化させる必要があった。また、受信する電磁波の周波数帯が変化する場合には、各周波数帯に対応した複数種類のアンテナを予め準備しておいて、電磁波の周波数帯の変化に応じて使用するアンテナをあるアンテナから別のアンテナに切り換える必要がある。

【0103】これに対し、図1(b)に示す電流制御型アンテナにおいては、単位セル10のうち、電氣的に接続するものを変更するだけで、多種多様の導電体パターンまたは導電体・誘電体の組み合わせパターンを実現することが可能である。

【0104】例えば、室内空間内の携帯情報端末にアンテナが付設して用いられる場合、最適なアンテナ要素の形態は、室内空間の広さやその中に配置されている機器の種類や大きさなどに依存して変化する。この変化に応じて、図1(b)に示すセルアレイ中の導通領域Rco

に組み込まれる単位セル10の選択を変更することにより、アンテナの形態を規定する導電体パターン(または導電体・誘電体の組み合わせパターン)を最適なものに變更することができる。

【0105】[磁流制御型アンテナ] 次に、磁流制御型の平面アンテナを説明する。図2(a)は、形態が固定された磁流制御型の平面アンテナの構造例を示し、図2(b)は、形態の変更が可能な磁流制御型の平面アンテナの構造例を示している。

10 【0106】図2(a)に示す磁流制御型の平面アンテナは、誘電体基板201と、誘電体基板201の上に形成された導電体205とを有している。導電体205の端部205aが、受信時においては機器への入力信号の入力ポートとして機能し、送信時においては機器から外部への出力信号の出力ポートとして機能する。磁流制御型の場合、所望のアンテナ特性に対応する磁流が得られるように導電体パターンが設計されている。図1(a)に示すアンテナと同様に、導電体205は連続した金属層から形成されているため、その形状を変化させることは困難である。

20 【0107】一方、図2(b)に示す磁流制御型の平面アンテナは、多数の単位セル10を例えば行列上に配列したセルアレイ構造を有している。セルアレイ中の単位セル群(大容量領域Ricにある単位セル群)を互いに導通させることにより、所望の形状を有する導電体5を形成することが容易である。セルアレイから選択しなかった単位セル群(小容量領域Rdcにある単位セル群)は、全く導通しないか、ほとんど導通しない。導電体5の端部5aが、受信時においては機器への入力信号の入力ポートとして機能し、送信時においては機器から外部への出力信号の出力ポートとして機能する。

30 【0108】なお、「磁流」とは、物理的には存在しないが、高周波の電磁界を考える場合には、「電流」に対応する概念として想定されたものである。時間的に変化する電界に対する電荷の振動状態を「電流」で表すことができることに对应させて、時間的に変化する磁界に対する磁荷(又は磁化)の振動状態を「磁流」として把握することができる。

40 【0109】図2(b)に示す磁流制御型のアンテナにおいても、図1(b)に示す電流制御型のアンテナと同様に、アンテナとして機能する要素(アンテナ要素)のパターンを容易に変更することができる。ただし、磁流制御型アンテナにおいては、所望のアンテナ特性に対応する磁流パターンが得られるようにアンテナ要素のパターンが調整される。

50 【0110】磁流制御型アンテナにおいても、アンテナとして機能するのは導電体パターンだけではなく、導電体・誘電体の組み合わせパターンでもある。ただし、空気のように極めて誘電率の小さい物質中に導電体パターンがある場合には、これらの物質が電磁波に与える影響

はほとんど無視しうるので、便宜上、導電体パターンのみをアンテナ要素のパターンとして取り扱う。

【0111】図2(a)に示す磁流制御型アンテナにおいては、アンテナとして機能する導電体パターン（または、導電体と誘電体との組み合わせパターン）は、そのアンテナが付設されている機器に応じてほぼ一義的に定められている。

【0112】これに対して、図2(b)に示す磁流制御型アンテナにおいては、多種多様の電磁波の変化に対応した導電体パターン又は導電体・誘電体の組み合わせパターンが容易に実現できる。例えば、室内空間においてアンテナを携帯情報端末に付設して用いる場合には、室内空間の広さやその中に配置されている機器類の種類大きさなどに依存して、最適なアンテナ要素パターンが変化する。図2(b)に示すセルアレイ中の容量増大領域 Ric に組み込まれる単位セル 10 の選択を変更することにより、導電体パターンを最適なパターンに変更することができる。電流制御型アンテナとの相違点は、最適パターンか否かを判断するパラメータとして、磁流制御型アンテナでは導電体パターンを流れる磁流を用いる点にある。

【0113】一般的に、電流制御型のアンテナは、電界を励振するように構成され、磁流アンテナは磁界を励振するように構成されている。しかし、現実には、電界を励振することは多少磁界をも励振しているし、磁界を励振することは多少電界をも励振していることになる。したがって、1つのアンテナが電流制御型アンテナとも磁流制御型アンテナともいえる場合があり得る。

【0114】また、電流制御型アンテナにおいては、アンテナ要素を流れる電流の大きさやパターンが定まると、それに従って磁流の大きさやパターンも定まる。逆に、磁流制御型アンテナにおいては、アンテナ要素を流れる磁流の大きさやパターンが定まると、それに従って電流の大きさやパターンも定まる。言い換えると、電磁波の送受信によってアンテナ要素に生じる電流又は磁流のいずれか一方を制御することは、同時に他方をも制御することになる。したがって、電流又は磁流のいずれをパラメータとしてアンテナ要素のパターンを制御する方が、設計上便利であるかによって、アンテナを便宜上、電流制御型アンテナと磁流制御型アンテナとに分類するが、両者に本質的な相違はないものとして扱う。

【0115】本発明のアンテナの設計方法によってアンテナに特定の形態を付与するために導電体部分の形状を変化させることは、アンテナが付設されている機器が自動的に行う場合のみならず、ユーザが随時行う場合をも含むものとする。また、製造者が、図1(b)や図2(b)に示すような多数の単位セル 10 からなるセルアレイを用意し、アンテナが用いられる機器の種類が使用場所に適合するように、製品の組立時や出荷時にアンテナ要素の形態を柔軟に調整し得る場合もある。

【0116】なお、本発明によって設計されるアンテナは、平面アンテナに限られるものではない。例えば、開口面アンテナや線状アンテナのアンテナ要素のパターンを制御することもできる。また、図1や図2に示すようなアンテナを、開口面アンテナや、線状アンテナや、スロットアンテナの一部として用いることができる。

【0117】以上の説明に用いて各種のアンテナのうち、連続的な導体パターンによって形態が規定されるアンテナであっても本発明の設計方法を適用して効果を奏するが、図1(b)や図2(b)に示されるような導体セルの結合によって形態が規定されるアンテナの方が、本発明の設計方法に適合している。このため、以下の実施形態では、図1(b)に記載するタイプのアンテナの実施形態を詳細に説明する。

【0118】[アンテナの実施形態] 以下、本発明の設計方法によって好適に設計されるアンテナの実施形態を説明する。

【0119】(第1の実施形態) 図3(a)および図3(b)は、それぞれ、本発明の第1の実施形態に係る電流制御型の平面アンテナの組立前後における斜視図である。

【0120】本実施形態では、まず、図3(a)に示すように、裏面に接地導電体板 14 が設けられている誘電体基板 1 を用意し、この基板 1 の上に複数の導電体要素 12 を行および列からなるマトリクス状に配置する。また、本実施形態では、3つの導電体要素 12 に接近するマイクロストリップライン 11 を誘電体基板 1 の上に設けている。

【0121】本実施形態における導電体要素 12 の平面形状は、いずれも、正方形であり、そのサイズも同一である。図3(a)に示す例では、24個の導電体要素 12 が略正方形の外形を持つ領域内に配列されているが、導電体要素の配列パターンは、これに限定されない。また、各導電体要素 12 の形状およびサイズは、1つの誘電体基板 1 上において全て等しく設定される必要はない。

【0122】各導電体要素 12 の1辺の長さ a は、取り扱う電磁波の波長よりも小さく設定されている。より具体的には、例えば 100 GHz (波長約 3 mm) 付近の電磁波を取り扱う場合、導電体要素 12 の長さ a は、例えば 1.5 mm 程度に設定される。一方、導電体要素 12 の厚さは、送受信する電磁波の電力やインピーダンス整合性を満足する十分な厚さに定められている。

【0123】図3(a)に示す状態の導電体要素 12 は、相互に分離されており、電気的な接続は形成されていない。この段階の誘電体基板 1 に電磁波を照射しても、その波長よりも個々の導電体要素 12 が小さいため、電磁波の送受信に必要な電流が導電体要素 12 のアレイ中に生じない。このため、図3(a)に示す状態の個々の導電体要素 12 は、アンテナとしては機能しない。

い。

【0124】これらの導電体要素12を用いてアンテナを構成するには、任意の導電体要素12を電磁的に結合するための結合手段が必要である。ここでは、図3(b)に示す例では、この結合手段として、接続要素13を用いている。

【0125】接続要素13は、図3(b)に示す例では、隣接する2つの導電体要素12にオーバーラップする導電体要素12の上に設けられる。この接続要素13の具体的構造および形成方法については、後に詳しく説明する。

【0126】電磁波の送受信を行うには、複数の接続要素13のうち、あるものは、隣接する導電体要素12を電氣的に相互接続し、他のものは、隣接する導電体要素12同士を電氣的に接続しない。例えば、図3(b)に示すハッチングが施された接続要素13は、隣接する導電体要素12同士を導通させているが、他の接続要素13は、隣接する導電体要素12同士を導通させていない。このため、図3(b)の右下方に示すような導電体パターンが基板1上に形成される。

【0127】このように、本実施形態では、誘電体基板1上に導電体要素12のアレイを予め形成しておき、その後、導電体要素12のアレイから適切に選択した導電体要素12を電氣的に相互接続することにより、アンテナの少なくとも一部として機能する導電体パターンを形成する。

【0128】図3(a)に示す例では、平面形状が略正方形の導電体要素12が行および列からなるマトリクス状に配列されている。本実施形態のアンテナでは、導電体要素12の平面形状は正方形に限定されない。例えば、図4(a)に示すように、平面形状が正六角形の導電体要素12のアレイを用いても良い。また、図4(b)に示す長方形の導電体要素12のアレイや、図4(c)に示す円形(または楕円形)の導電体要素12のアレイを採用してもよい。更に、三角形や他の多角形状を持った導電体要素を用いることもできる。

【0129】誘電体基板1の上に金属膜を形成した後、その金属膜を加工することにより、導電体要素12の平面形状および平面レイアウトを任意に設定することが可能である。なお、図示されている各導電体要素12の表面(上面)は、いずれも平坦であるが、表面に凹凸が存在していても良い。

【0130】1つのアンテナを構成する全ての導電体要素12が同じ大きさを持つ必要も無い。図5(a)に示すように、誘電体基板1上の位置に応じて導電体要素12のサイズや形状が変化していてもよい。

【0131】図5(b)は、入力/出力ポートとして機能する導電体部材の形状の改良例を示している。このように、導電体要素12のアレイの内部に、電磁波の波長程度またはそれ以上のサイズを有する導電体ストリップ

が存在していても良い。

【0132】図5(c)は、大きさおよび平面形状の異なる導電体要素12が1つの導電体要素アレイ内に混在している例を示している。この場合も、各導電体要素12のサイズ(長方形の場合、長辺の長さ)は、送受信する電波の波長よりも短く設定される。

【0133】図6(a)は、導電体要素12の配列方向が他の例における導電体要素12の配列方向に対して45°傾斜した配置例を示している。

【0134】図6(b)は、入力/出力ポートとして機能し得る導電体部ストリップ11が複数設けられている例を示している。この場合、アンテナに接続されるべき回路の位置に応じて、適切な位置の導電体ストリップ11が入力/出力ポートとして選択されることとなる。

【0135】図6(c)は、入力/出力ポートとして機能する導電体部材が誘電体基板1の周辺部ではなく中央部に位置している例を示している。この配置例では、入力/出力ポートとして機能する導電体部材は、誘電体基板内に設けたビアなどを介して外部の回路に接続される。

【0136】本実施形態のアンテナでは、導電体要素12の配列パターンは任意であり、以上に示す各種の配列例に限定されない。なお、複数の導電体要素12によって、コプレーナ型線路の接地電極を形成しても良い。

【0137】以上のように配置された複数の導電体要素12のアレイから、任意の導電体要素12を選択し、それらを相互に接続する手段の具体例を以下に説明する。

【0138】第1具体例

まず、図7を参照する。図7に示す例では、接続要素13の位置がアクチュエータによって変化させられる。具体的には、ソレノイドコイルなどのアクチュエータ、スイッチ、および電源を備えた制御システム15により、接続要素13が基板1の主面の法線方向に駆動される。接続要素13は、隣接する2つの導電体要素12に接触する第1の位置と、接触しない第2の位置との間で往復運動することができる。第1の位置における接続要素13は、対応する2つの導電体要素12を電氣的に接続するが、第2の位置における接続要素13は、対応する2つの導電体要素12を電氣的に分離する。複数の導電体要素12のアレイに対して、制御システム15によって複数の接続要素13を選択的に移動させることにより、アンテナ要素の形態を動的に再構成することが可能である。

【0139】なお、接続要素13を動かすアクチュエータとしては、ソレノイドコイルを利用したものだけでなく、圧電を利用したアクチュエータ、静電気によるアクチュエータ、および形状記憶合金によるアクチュエータを用いることもできる。このようなアクチュエータは、マイクロマシْنَを製造する微細加工技術を用いて好適に作製され得る。上記のアクチュエータは、少なくともとも

2つの導電体要素の間の電氣的導通／非導通をスイッチングするスイッチング素子として機能している。

【0140】アンテナを備えた装置（例えば携帯端末）のユーザまたは製造者が制御システム15を用いてアンテナ要素のパターン（形態または平面レイアウト）を変更する代わりに、アンテナを備えた装置の内部回路が、状況に応じてアンテナ要素の形態を動的かつ自動的に変更することも可能である。

【0141】第2具体例

次に、図8を参照する。図8に示す例では、導電体要素12を電氣的に接続する接続要素13として機能する導電体片を、導電体要素12のアレイの選択された位置にのみ配置している。電氣的に分離すべき導電体要素12に対しては、これらとオーバーラップする位置に導電体片は設けていない。このような導電体片としては、アルミニウムなどの金属から形成された短いストリップを用いることができる。導電体片と導電体要素12との間の接触は、例えば導電性接着剤を用いて行われ得る。

【0142】この例では、接続要素13の位置は可変でないため、導電体要素12の接続パターンは動的に変化しない。従って、この例では、ユーザがアンテナの形態を変化させるのは困難であるかもしれない。しかし、図8の例によれば、アンテナを備えた装置の製造者が、その製造段階において、前記装置の内部回路とアンテナとを電氣的に接続した状態でアンテナ要素の形態を最適化することができる。アンテナの特性は、それが接続される回路の特性によっても変化する。このため、アンテナ単独でアンテナの特性を評価し、その最適な形態を決定することは難しい。一方、従来のアンテナを装置に組み込み、回路と接続したならば、そのアンテナの特性を評価することはできるが、アンテナの形態を変更することが難しい。これに対して、図8の例では、接続要素13の取り外しが比較的容易に可能である。

【0143】なお、図7および図8では、1つの接続要素13が2つの導電体要素12にオーバーラップしているが、接続要素13は、3つ以上の導電体要素12にオーバーラップしていてもよい。

【0144】第3具体例

次に、図9を参照する。図9に示す例では、隣接する2つの導電体要素12の間にスイッチングトランジスタ13aが形成されている。スイッチングトランジスタ13aを選択的にオン・オフすることにより、対応する2つの導電体要素12の間の電氣的な接続／非接続状態を制御することができる。

【0145】図9では、各スイッチングトランジスタ13aは、ソースS、ドレインD、およびゲートGを有しており、ゲートGの電位を調節することにより、ソースSとドレインDとの間の電氣的導通／非導通をスイッチングすることができる。各スイッチングトランジスタ13aは、例えば薄膜トランジスタから形成され、基板1

上に行列上に配置される。このようなスイッチングトランジスタ13aを選択的に動作するためには、不図示の駆動回路が用いられる。駆動回路は、複数のスイッチングトランジスタ13aの動作を制御し、アンテナ要素の所望の形態を形成するように、必要な導電体要素12を選択肢、相互に電氣的に接続することができる。

【0146】図9では、わかりやすさのため、トランジスタ13aが導電体要素12の上側（電磁波の送受信面側）に設けられている状態が記載されているが、実際には、導電体要素12の下側に形成されることが好ましい。トランジスタ13aを相互接続する配線がアンテナによる電磁波の送受信に悪影響を与えないようにするためです。

【0147】なお、トランジスタ13aのようなスイッチング素子を電圧信号によって制御する代わりに、光信号によって制御してもよい。その場合、光の照射によって電氣的導通／非導通を切り替えるスイッチング素子を用いることになる。このようなスイッチング素子のアレイのうち、適切に選択したスイッチング阻止だけに光を照射することにより、導電体要素12の接続パターンを自由に設定することが可能になる。

【0148】（第2の実施形態）図10を参照しながら、本発明に好適に用いられるアンテナの第2の実施形態を説明する。

【0149】図10のアンテナが図8に示すアンテナと異なっている点は、導電体要素12の上にプラスチックフィルムなどからなる誘電体膜17が設けられている点にある。複数の接続要素13のうち、選択された接続要素13は誘電体膜17を介して導電体要素12に近接しているが、非選択の接続要素13は、導電体要素12かに相対的に離れている。

【0150】図11を参照しながら、図10のアンテナの動作を説明する。接続要素13は、誘電体膜17の存在により、対応する導電体要素12と直接には接触していないが、対応する導電体要素12と接続要素13との間の電氣容量が相対的に高い。このため、高周波の電磁界中では両者の間に変位電流が流れる。この変位電流により、接続要素13を介して隣接する導電体要素2の間に電流が流れ得る状態となる。また、接続要素13が誘電体膜17から相対的に離れている場合は、導電体要素12と接続要素13との間の電氣容量は小さくなるので、変位電流も小さくなる。したがって、このような位置にある接続要素13は、対応する2つの接続要素13同士を実質的には電氣的に接続しない。

【0151】このように、誘電体膜17が導電体要素12と接続要素13との間に介在しても、接続要素13を介して流れる変位電流によって、分離された導電体要素12を電氣的に接続することが可能である。

【0152】図11では、導電体要素12を電氣的に接続するために用いられない接続要素13が、誘電体膜1

2 の上方に記載されているが、このように離れた接続要素 1 3 と誘電体膜 1 2 との間には、他の誘電体膜が形成されていても良い。その場合、接続要素 1 3 と導電体要素 1 2 との間の距離を可変にすることはできない。このような構成に代えて、例えば図 7 に示すようなアクチュエータによって接続要素 1 3 を駆動するようにしてもよい。このようにすれば、接続要素 1 3 の位置を適宜変更することにより、変位電流が流れる導電体要素 1 2 の組合せを動的に変更することが可能となる。

【0153】また、図 8 に示すように、誘電体膜 1 7 のうち下方の導電体要素 1 2 同士を導通させようとする部分に選択的に接続要素 1 3 を設けることにより、選択した導電体要素 1 2 を電氣的に接続することができる。その場合、アンテナを備えた装置の製造工程において、適切な形態を有するアンテナ要素を容易に作製することが可能となる。

【0154】さらに、図 9 に示すスイッチングトランジスタ 1 3 a を接続要素 1 3 として用いることもできる。スイッチングトランジスタ 1 3 a のオン・オフにより、導電体要素 1 2 同士が導通する状態と、非導通となる状態とを動的に切り換えることが可能である。

【0155】(第 3 の実施形態) 図 1 2 (a) は、それぞれ順に、本発明に好適に用いられるアンテナの第 3 の実施形態に係る電流制御型の外観構造を示す斜視図である。図 1 2 (b) は、本実施形態のアンテナから、誘電体基板及び導電体要素を除去した構造を示す斜視図である。

【0156】本実施形態でも、図 1 2 (a) に示すように、裏面に接地導電体板 1 4 が設けられている誘電体基板 1 の上に、平面形状が正方形である導電体要素 1 2 がアレイ状に配置されている。各導電体要素 1 2 の 1 辺の長さ a は取り扱う電磁波の波長よりも小さく、例えば 100 GHz (波長約 3 mm) 付近の信号を取り扱う場合、導電体要素 1 2 の長さ a は 1.5 mm 程度である。また、導電体要素 1 2 の厚さは、送受信する電磁波の電力やインピーダンス整合性を満足する十分な厚さに定められている。また、誘電体基板 1 の上には、3 つの導電体要素 1 2 に接近するように、マイクロストリップライン 1 1 が設けられている。

【0157】図 1 2 (b) に示すように、導電体要素 1 2 のアレイの下方には、相隣接する 2 つの導電体要素 1 2 にオーバーラップする接続要素 1 3 が設けられている。なお、接続要素 1 3 は、図 1 2 (a) では導電体要素 1 2 及び誘電体基板 1 によって覆われているために現れていないが、誘電体基板 1 に形成された凹部中に設けられている。また、接続要素 1 3 の下方には、接続要素 1 3 を上下に駆動するためのアクチュエータ 1 8 が取り付けられている。このアクチュエータ 1 8 の種類には、何種類かがあり、具体的な構造については後に説明する。そして、電流を所望の大きさ、パターンに制御 (又

は調整) するには、第 1 の実施形態と同様に、各接続要素 1 3 のうち、あるものは両側の導電体要素 1 2 同士を導通状態にさせ、他のものは両側の導電体要素 1 2 同士を非導通状態にするように制御 (又は設定) する。

【0158】なお、本実施形態においても、第 2 の実施形態のごとく、接続要素 1 3 (又は 1 3') と導電体要素 1 2 (又は 1 2') との間に誘電体膜が介在していてもよい。

【0159】次に、接続要素 1 3 による導電体要素 1 2 の導通・非導通の制御 (又は調整) の手段に関する具体例について説明する。ただし、本実施形態においても、非導通状態とは、信号として利用することができない程度の微弱な電流が流れている場合も含むものとする。

【0160】第 1 具体例

図 1 3 (a)、(b) は、第 3 の実施形態の第 1 具体例におけるアクチュエータの構造を示す断面図である。同図に示すように、この具体例では、アクチュエータはソレノイドコイル、バネなどによって構成されている。そして、スイッチ、電源を配置した回路の制御により、接続要素 1 3 が導電体要素 1 2 に接触する状態 (図 1 3 (b) 参照) と、非接触になる状態 (図 1 3 (a) 参照) とを切り換えるように構成されている。この例の場合には、ユーザが直接アンテナ要素のパターンを調整したり、内部回路によってアンテナ要素のパターンを適正なパターンに自動的に制御することが可能である。

【0161】第 2 具体例

図 1 4 (a)、(b) は、第 3 の実施形態の第 2 具体例におけるアクチュエータの構造を示す断面図である。同図に示すように、この具体例では、アクチュエータは、支点回りに回転自在のレバー、レバーによって回転可能に設けられた、接続要素 1 3 を支持するための支持棒などによって構成されている。そして、スイッチ、電源を配置した回路の制御により、接続要素 1 3 が導電体要素 1 2 に接触する状態 (図 1 4 (b) 参照) と、非接触になる状態 (図 1 4 (a) 参照) とを切り換えるように構成されている。この例の場合には、ユーザが直接アンテナ要素のパターンを調整したり、内部回路によってアンテナ要素のパターンを適正なパターンに自動的に制御することが可能である。

【0162】第 3 具体例

図 1 5 (a)、(b) は、第 3 の実施形態の第 3 具体例におけるアクチュエータの構造を示す断面図である。同図に示すように、この具体例では、アクチュエータは、支点回りに回転自在のレバー、レバーによって回転可能に設けられた、接続要素 1 3 を支持するための支持棒などによって構成されている。レバーは、圧電係数が互いに異なる 2 つの 2 つの板を上下に貼り合わせることで形成されている。この場合、電位が流れたときに、上側の板のよりも下側の板の方が大きく伸びるよう材料が設定されている。したがって、2 つの板に電気が流れ

ると、レバーが上側に反ることになる。そして、スイッチ、電源を配置した回路の制御により、接続要素 13 が導電体要素 12 に接触する状態 (図 15 (b) 参照) と、非接触になる状態 (図 15 (a) 参照) とを切り換えるように構成されている。この例の場合には、ユーザが直接アンテナ要素のパターンを調整したり、内部回路によってアンテナ要素のパターンを適正な形態に動的かつ自動的に制御することが可能である。

【0163】 (第 4 の実施形態) 図 16 は、本発明に好適に用いられるアンテナの第 4 の実施形態を示す斜視図である。

【0164】 本実施形態では、図 16 に示すように、裏面に接地導電体板 14 が設けられている誘電体基板 1 の上に、平面形状が正方形である導電体要素 12 がアレイ状に配置されている。さらに、導電体要素 12 の上に、誘電体基板 1' と、接続要素 13' 及びアクチュエータ 18' とが設けられている。さらに、接続要素 13' の上方に、各接続要素 13' にオーバーラップする導電体要素 12' が積層されている。アクチュエータ 18' には、前記第 3 の実施形態で説明したものを利用することができ、ただし、アクチュエータ 18' に代えて、第 1 の実施形態で説明した導通・非導通の切り換え機構を設けることもできる。

【0165】 また、第 2 の実施形態のごとく、接続要素 13 (又は 13') と導電体要素 12 (又は 12') との間に誘電体膜が介在していてもよい。

【0166】 そして、本実施形態においては、複数の導電体要素 12、12' が配置された複数の層を積み上げておいて、各層の導電体要素 12、12' 間の電気的な導通を、積み上げ方向に対してアクチュエータ 18' などによって制御することができる。よって、本実施形態のアンテナによって、三次元的な電流分布を実現することができる。

【0167】 なお、前記第 1～第 4 の実施形態において、導電体要素 12 や接続要素 13、アクチュエータなどを規則正しく配置した例を示したが、これの配置方法や、導電体 2 の形状などは、所望のアンテナ特性を実現するためには、各特性に応じて変化させることができる。

【0168】 (第 5 の実施形態) 図 17 は、本発明に好適に用いられるアンテナの第 5 の実施形態を示す分解斜視図であり、図 18 は、そのアンテナの概観を示す斜視図である。第 5 の実施形態に係るアンテナは、磁流制御型である。

【0169】 図 17 においては、構造を理解しやすいように、導電体要素 12 及びストリップライン 11 を誘電体基板 1 から取り外した状態が示されているが、導電体要素 12 及びストリップライン 11 を誘電体基板 1 上に取り付けると、図 18 に示す構造になる。

【0170】 本実施形態では、図 18 に示すように、裏

面に接地導電体板 14 が設けられている誘電体基板 1 の上に、平面形状が正方形である導電体要素 12 がアレイ状に配置されている。また、誘電体基板 1 の上には、3 つの導電体要素 12 に接近するように、マイクロストリップライン 11 が設けられている。各導電体要素 12 の 1 辺の長さ a は取り扱う電磁波の波長よりも小さく、例えば 100 GHz (波長約 3 mm) 付近の信号を取り扱う場合、導電体要素 12 の長さ a は 1.5 mm 程度である。また、導電体要素 12 の厚さは、送受信する電磁波の電力やインピーダンス整合性を満足する十分な厚さに定められている。

【0171】 導電体要素 12 の下方には、図 17 に示すように、各導電体要素 12 と接地導電体板 14 との間に介在する誘電体要素 20 が設けられている。誘電体要素 20 は、凹部 19 とともに誘電体基板 1 からパターンニングされたものである。図 17 には、誘電体要素 20 として、平面面積が異なる 3 種類のものが図示されているが、本実施形態では、図 19 (a)、(b) に示すように、平面面積が導電体要素 12 と同じである第 1 誘電体要素 20 a と、平面面積が導電体要素 12 よりも狭い第 1 誘電体要素 20 b とがある場合について、どのような磁流パターンが生じるかについて説明する。

【0172】 図 19 (a)、(b) は、3 つの導電体要素 12 の下方に 3 つの第 1 誘電体要素 20 a が存在している平面アンテナの断面図及び平面図である。図 19

(a) に示すように、各導電体要素 12 と接地導電体膜 14 との間に、大面積の第 1 誘電体要素 20 a が介在しているので、各導電体要素 12 と接地導電体膜 14 との間には、電気容量が大きいことによって大きな変位電流が流れる。その結果、図 19 (b) に示すように、3 つの導電体要素 12 を取り囲む磁流が形成される。

【0173】 図 20 (a)、(b) は、3 つの導電体要素 12 のうち両端の導電体要素 12 の下方には大面積の第 1 誘電体要素 20 a が存在し、中央の導電体要素 12 の下方には小面積の第 2 誘電体要素 20 b が存在しているアンテナの断面図及び平面図である。同図に示すように、3 つの導電体要素 12 のうち存在している。一般に、2 つの導電体間に、比誘電率が極めて小さい絶縁体しか介在していない場合には、電気容量の低減によって 2 つの導電体間には、小さな変位電流しか流れない。つまり、中央の導電体要素 12 の回りには、ほとんど磁流が生じないので、両端の導電体要素 12 の回りに生じる磁流がつながらない。その結果、図 20 (b) に示すように、両端の各導電体要素 12 のみを取り囲む孤立した磁流が形成されることになる。

【0174】 このようにして、図 19 (b)、図 20 (b) に示すような磁流パターンの制御 (又は調整) を行なうことができる。

【0175】 (第 6 の実施形態) 本実施形態の磁流制御型のアンテナは、図 17、図 18 に示すアンテナとほぼ

同じ構造を有しているが、第5の実施形態の容量絶縁膜20a、20bに代えて、比較的高い比誘電率 ϵ_1 を有する第1誘電体要素21aと、比較的低い比誘電率 ϵ_2 を有する第2容量絶縁膜21bとを備えている。

【0176】図21(a)、(b)は、3つの導電体要素12の下方に3つの第1誘電体要素20aが存在している平面アンテナの断面図及び平面図である。図21

(a)に示すように、各導電体要素12と接地導電体膜14との間に、高い比誘電率 ϵ_1 を有する第1誘電体要素21aが介在しているため、各導電体要素12と接地導電体膜14との間には、電気容量が大きいことによつて大きな変位電流が流れる。その結果、図21(b)に示すように、3つの導電体要素12を取り囲む磁流が形成される。

【0177】図22(a)、(b)は、3つの導電体要素12のうち両端の導電体要素12の下方には高い誘電率 ϵ_1 を有する第1誘電体要素21aが存在し、中央の導電体要素12の下方には ϵ_1 よりも低い比誘電率 ϵ_2 を有する第2誘電体要素21bが存在しているアンテナの断面図及び平面図である。一般に、2つの導電体間に、比誘電率が極めて小さい絶縁体しか介在していない場合には、電気容量の低減によつて2つの導電体間には、小さな変位電流しか流れない。つまり、中央の導電体要素12の回りには、ほとんど磁流が生じないので、両端の導電体要素12の回りに生じる磁流がつかない。その結果、図22(b)に示すように、両端の各導電体要素12のみを取り囲む孤立した磁流が形成されることになる。

【0178】このようにして、図21(b)、図22(b)に示すような磁流パターンの制御(又は調整)を行なうことができる。

【0179】(第7の実施形態)本実施形態の磁流制御型のアンテナは、図17、図18とほぼ同じ構造を有しているが、第5の実施形態の各誘電体要素20a、20bに代えて、平均的な比誘電率が高い第1誘電体要素23aと、平均的な比誘電率が低い第2誘電体要素23bとを備えている。第1誘電体要素23a及び第2誘電体要素23bは、いずれも、高い比誘電率 ϵ_1 を有する第1絶縁部22aと、低い比誘電率 ϵ_2 を有する第2絶縁部22bとによつて構成されている。そして、第1誘電体要素23aにおいては、第1絶縁部22aの占める割合が第2絶縁部22bよりも多く、第2誘電体要素23bにおいては、第2絶縁部22bの占める割合が第1絶縁部22aよりも多い。

【0180】図23(a)、(b)は、3つの導電体要素12の下方に3つの第1誘電体要素23aが存在している平面アンテナの断面図及び平面図である。図23

(a)に示すように、各導電体要素12と接地導電体膜14との間に、平均的な比誘電率が高い第1誘電体要素23aが介在しているため、各導電体要素12と接地導

電体膜14との間には、電気容量が大きいことによつて大きな変位電流が流れる。その結果、図23(b)に示すように、3つの導電体要素12を取り囲む磁流が形成される。

【0181】図24(a)、(b)は、3つの導電体要素12のうち両端の導電体要素12の下方には平均的な比誘電率が高い第1誘電体要素23aが存在し、中央の導電体要素12の下方には平均的な比誘電率が低い第2誘電体要素23bが存在しているアンテナの断面図及び平面図である。一般に、2つの導電体間に、比誘電率が極めて小さい絶縁体しか介在していない場合には、電気容量の低減によつて2つの導電体間には、小さな変位電流しか流れない。つまり、中央の導電体要素12の回りには、ほとんど磁流が生じないので、両端の導電体要素12の回りに生じる磁流がつかない。その結果、図24(b)に示すように、両端の各導電体要素12のみを取り囲む孤立した磁流が形成されることになる。

【0182】このようにして、図23(b)、図24(b)に示すような磁流パターンの制御(又は調整)を行なうことができる。

【0183】(第8の実施形態)本実施形態の磁流制御型のアンテナは、図17、図18とほぼ同じ構造を有しているが、第5の実施形態の各誘電体要素20a、20bに代えて、面積や比誘電率が均一である誘電体要素20のみを備えている。

【0184】図25(a)、(b)は、3つの導電体要素12がそれぞれ誘電体要素20に接触している平面アンテナの断面図及び平面図である。図25(a)に示すように、各導電体要素12と接地導電体膜14との間に誘電体要素20のみが介在しているため、各導電体要素12と接地導電体膜14との間には、電気容量が大きいことによつて大きな変位電流が流れる。その結果、図25(a)に示すように、3つの導電体要素12を取り囲む磁流が形成される。

【0185】図26(a)、(b)は、3つの導電体要素12のうち両端の導電体要素12は誘電体要素20に接触しているが、中央の導電体要素12が誘電体要素20から離れているアンテナの断面図及び平面図である。一般に、2つの導電体間に、空気のように比誘電率が極めて小さい絶縁体が介在している場合には、電気容量の低減によつて2つの導電体間には、小さな変位電流しか流れない。つまり、中央の導電体要素12の回りには、ほとんど磁流が生じないので、両端の導電体要素12の回りに生じる磁流がつかない。その結果、図26(b)に示すように、両端の各導電体要素12のみを取り囲む孤立した磁流が形成されることになる。

【0186】このようにして、図25(b)、図26(b)に示すような磁流パターンの制御(又は調整)を行なうことができる。

【0187】なお、本実施形態における導電体要素12

の誘電体要素 20 との接触・非接触の制御（又は調整）は、例えば第 3 の実施形態における各具体例のようなアクチュエータを利用することにより、容易に実現することができる。

【0188】[アンテナの構造に関する他の実施形態]
本発明に好適に用いられるアンテナは、平面アンテナだけでなく、例えば、パラボラアンテナ、反射鏡アンテナなどの開口面アンテナや、ダイポールアンテナ、パッチアンテナなどの線状アンテナや、スロットアンテナなどにも適用することができる。

【0189】図 27 は、本発明をホーンアンテナに適用した場合の構造例を概略的に示す図である。同図に示すように、ホーンアンテナの内面に多数の導電体要素 12 をアレイ状に配置しておいて、上述の第 1 ～第 4 の実施形態のように、電流が流れる導電体要素 12（同図のハッチング部分）と電流が流れない導電体要素 12 とを切り換える制御（又は調整）することにより、多種多様な電磁波の変化に対応しうる電流制御型のホーンアンテナを実現することができる。

【0190】図 28 は、本発明をスロットアンテナに適用した場合の構造例を概略的に示す図である。同図に示すように、スロットアンテナの内面に多数の導電体要素 12 をアレイ状に配置しておいて、上述の第 1 ～第 4 の実施形態のように、電流が流れる導電体要素 12（同図のハッチング部分）と電流が流れない導電体要素 12 とを切り換える制御（又は調整）することにより、多種多様な電磁波の変化に対応しうる電流制御型又は磁流制御型のスロットアンテナを実現することができる。

【0191】また、八木アンテナのような線状アンテナの各導電体部や、曲面を有するパラボナアンテナの曲面部などの多数の導電体要素をアレイ状に設け、各導電体制御への電流の流れを制御することにより、多種多様な電磁波の変化に対応しうる電流制御型のアンテナを実現することができる。

【0192】[アンテナを備えた装置の実施形態] 以下、本発明によって形態が設計されるアンテナを備えた装置の実施形態を説明する。以下の各実施形態においては、アンテナが導通手段として導電体要素の接続を動的に変更できるスイッチング素子を備えた例について説明する。

【0193】（第 9 の実施形態）図 29 は、本発明によって好適に設計されるアンテナを備えた装置の実施形態を示すブロック回路図である。

【0194】本実施形態の装置は、図 29 に示すように、前述したアンテナ 50 と、アンテナ 50 に接続された通信回路 61 と、アンテナ 50 の形態を制御する制御部とを備えている。

【0195】アンテナ 50 に含まれる不図示の導通手段を駆動する駆動部 51 と、アンテナの形態を決定する設計部 53 と、駆動部 51 を制御する形態設計制御部 54

と、アンテナに関する情報を格納している記憶部 55 を更に備えている。記憶部 55 が格納するアンテナに関する情報は、例えば導電体要素、誘電体要素、接続要素、誘電体基板などの物理的な大きさ（面積、厚さなど）や、アンテナ 50 の形態の初期条件などを含む。

【0196】この装置は、更に、アンテナ 50 が送受信する信号のレベルを検出するためのレベル検出部 71 と、レベル検出部 71 で検出された信号のレベルに基づいてアンテナ 50 の指向性を判別するための指向性判別部 72 と、検出された信号のレベルから利得を判別するための利得判別部 73 と、検出された信号のレベルからアンテナ 50 や通信回路 61 のインピーダンス整合性を判別するためのインピーダンス判別部 74 とを備えている。なお、本明細書における「判別」の語句は、指向性、利得、インピーダンスに関する物理量を測定することを含むものとする。

【0197】次に、この装置の動作を説明する。

【0198】まず、形態設計部 53 は、記憶部 55 に格納されている情報に基づいて、アンテナ 50 の初期の形態を決定する。この形態設計部 53 の設計結果に基づき、形態設計制御部 54 は、アンテナ 50 の形態が設計通りの形態になるように駆動部 51 を制御する。駆動部 51 は、アンテナ 50 の各要素が所望のアンテナ形態を形成するように、導通手段を駆動する。

【0199】アンテナ 50 は送信用としても受信用としても用いることができるので、アンテナ 50 の形態の最適化は、アンテナを送信用として機能させた場合と、アンテナを受信用として機能させた場合との双方において独立して行なうことが望ましい。

【0200】以下、アンテナ 50 を送信用アンテナとして用いる場合の形態の調整手順について説明する。

【0201】まず、通信回路 61 がアンテナ 50 に送信用の信号を送る。その信号は、レベル検出部 71 にも入力される。本実施形態では、通信回路 61 とアンテナ 50 との間の信号経路中に、高周波信号に対する方向性結合用の部材を設けている。このため、通信回路 61 からアンテナ 50 に信号が流れても、アンテナ 50 から通信回路 61 に反射される信号が戻らないように調整することができる。レベル検出部 71 は、通信回路 61 からアンテナ 50 に送られる信号のレベルと、アンテナ 50 で反射される信号のレベルの双方を検出することができる。

【0202】指向性判別部 72 は、レベル検出部 71 が検出した高周波信号のレベルに基づき、送信時におけるアンテナ 50 の指向性が許容範囲にあるか否かを判別する。具体的には、アンテナ 50 の向きによってアンテナ 50 から反射される信号のレベルが異なる場合には、各向きにおける反射信号のレベルの差がある範囲に入っていれば指向性が許容範囲にあると判別され、ある範囲になければ指向性が許容範囲にないと判別される。これに

よって、アンテナ 50 の送信時の指向性の良否が判別される。この場合、指向性ができるだけ小さい方が望ましい場合と、逆に指向性が高い方が望ましい場合とがあるので、良否を判定する範囲はアンテナが用いられる機器の種類や用途、受信・送信の別などによって変わってくる。

【0203】利得判別部 73 は、通信回路 61 から送られる送信信号のレベルと、アンテナ 50 から反射される信号のレベルとの比が許容範囲にあるか否かなどに基づいて、アンテナ 50 の利得の良否を判別する。一般的には、送信信号のレベルと反射信号のレベルとの比ができるだけ大きいことが望ましいので、この比がある値以上であれば、利得が良好であると判定されることになる。

【0204】インピーダンス判別部 74 は、通信回路 61 から出力される信号と、アンテナ 50 から反射されてくる信号とのレベル比が許容範囲にあるか否かなどに基づいて、通信回路 61 とアンテナ 50 との間のインピーダンス整合の良否を判別する。一般的には、アンテナ 50 への入力信号に対する反射信号のレベル比が大きいことは、インピーダンス整合が取れていないことを意味する。したがって、このレベル比がある値以上であれば、インピーダンス整合性が良好であると判定することになる。

【0205】好ましくは、指向性、利得性、インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されるまで、形態設計部 53 においてアンテナの形態の設計をやり直し、形態設計制御部 54 および駆動部 51 を通じてアンテナ 50 の形態を動的に再構成する。そして、最終的にアンテナ 50 の指向性、利得性、入力インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されると、その形態に関する情報（データ）が記憶部 55 に記憶される。

【0206】なお、指向性、利得性、インピーダンス整合性のすべてが良好と判断されなくともよい場合がある。指向性を重視し、利得性を無視するモードで、アンテナ 50 の形態を最適化する場合もある。

【0207】図 30 は、アンテナ形態と指向性などとの関係の一例を示している。図 30 では、「◎」は特に優れていることを示し、「○」は優れていることを示している。「△」は、普通であることを示している。例えば、図 30 の直線的にまっすぐ伸びるアンテナ要素をもつアンテナは、インピーダンスに優れるが、指向性および利得は普通である。

【0208】本実施形態では、記憶部 55 などに格納されたデータに基づいて、アンテナ 50 における導電体要素の結合パターンが、予め設定された複数の種類の形態を順次とるようにアンテナ 50 の導通手段を駆動する。例えば、図 30 に示す 3 つの形態を含む複数の形態を順次アンテナ 50 において実現する。そして、各形態において、指向性、利得性、インピーダンス整合性を評価し、評価結果を記憶部に記憶させる。図 30 では、評価

結果を「○」や「△」などを符号を使って示しているが、実際には、各パラメータについて数値による評価が与えられる。こうして得た評価の結果を、アンテナの各種形態に割り当て、ルックアップテーブルを作成すれば、そのテーブルの中から状況に応じて最適な形態を選択することが可能となる。

【0209】なお、上記のアンテナパターンは、本発明の設計方法によって設計された形態から選択されたものである。

10 【0210】図 31 は、上記の手順を示したフローチャートである。まず、ステップ S1 で、通信回路が所定信号の送信を開始する。ステップ S2 では、アンテナの取りえる複数の形態のうちから、初期形態として選択された形態（N＝1 番目の形態）をアンテナに付与する。ステップ S3 では、その形態のアンテナからの反射信号を検出する。ステップ S4 では、指向性、利得、インピーダンスを測定する。ステップ S5 では、測定によって得た指向性、利得、インピーダンスの各々値を、N＝1 のデータとして記憶部に格納する。

20 【0211】次に、N＝2 番目の形態として選択した形態をアンテナに付与した上で、ステップ 2～ステップ 5 の動作を繰り返す。同様の動作を N＝3 番目の形態から必要な数だけ繰り返すことにより、アンテナが取り得る形態の全て、または一部について、指向性、利得、インピーダンスの測定結果を得ることができる。

30 【0212】これらの測定結果は記憶部に格納されているため、状況に応じて好ましい形態を適宜選択することができる。記憶部の内容を表示装置が表示すれば、ユーザが表示内容に基づいて、アンテナの形態を選択することも可能である。また、記憶部の内容に基づいて、アンテナ制御装置が自動的にアンテナの形態を決定することもできる。最適なアンテナの形態を探索するとき、予めデータとして記憶部に格納されているアンテナの形態が適宜選択され得る。前述のように、これらのアンテナ形態は、本発明の設計方法で設計されたものであり、予め、指向性、利得、インピーダンスに関して、各アンテナ形態ごとに選択の基準になる数値も記録されていることが好ましい。また、候補として選択されたアンテナの形態に適切なものが見いださなかった場合、本発明の設計方法に従って形態を最初から設計し直すことも可能である。ただし、そのためには、装置に図 41 に示すフローを実行するためのプログラムを内蔵しておく必要がある。

【0213】次に、アンテナ 50 を受信用アンテナとして用いる場合の形態の調整手順について説明する。

40 【0214】外部機器からの信号が送られると、アンテナ 50 でこの信号を受信し、受信した高周波信号のレベルをレベル検出部 71 が検出する。外部機器としては、テスト用に特別設計された機器を用いることもできるが、他の通信機器も用いられ得る。本実施形態の装置

が形態情報端末などの機器である場合、公共的に流されている信号を利用してアンテナ形態の最適化を行うことが可能である。

【0215】指向性判別部 72 は、受信した高周波信号のレベルに基づき、アンテナ 50 の受信時にやける指向性が許容範囲にあるか否かが判別される。具体的には、アンテナ 50 の向きによってアンテナ 50 で受信される信号のレベルが異なる場合には、各向きにおける受信信号のレベルの差がある範囲に入っていれば指向性が許容範囲にあると判別される。逆に、ある範囲になれば指向性が許容範囲にないと判別される。これによって、アンテナ 50 の受信時における指向性の良否が判別される。この場合にも、指向性ができるだけ小さい方が望ましい場合と、逆に指向性が高い方が望ましい場合があるので、良否を判定する範囲はアンテナが用いられる機器の種類や用途、受信・送信の別などによって変わってくる。

【0216】なお、本実施形態の装置が他の通信機器とアンテナを介して通信する場合、相手方の通信機器のアンテナの位置によって、好ましいアンテナ 50 の形態が異なる場合がある。目的とする相手方の通信機器におけるアンテナから高い指向性で信号を受信するための形態を選択することができる。

【0217】利得判別部 73 は、アンテナ 50 で受信された信号の S/N 比が許容範囲にあるか否かなどに基づいて、アンテナ 50 の利得の良否を判別する。この場合、S/N 比が大きいことが望ましいので、この比がある値以上であれば、利得が良好であると判定されることになる。

【0218】インピーダンス判別部 74 は、アンテナ 50 で受信された信号のレベルと、その後通信回路 61 から反射されてくる信号のレベルとの比が許容範囲にあるか否かに基づいて、アンテナ 50 と通信回路 61 とのインピーダンス整合性の良否を判別する。すなわち、アンテナ 50 での受信信号と、その後通信回路 61 から反射される信号とのレベル比がある値以上であれば、インピーダンス整合性が良好であると判定することになる。

【0219】好ましくは、指向性、利得性、インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されるまでは、形態設計部 53 においてアンテナの形態の設計をやり直し、形態設計制御部 54 により、駆動部 51 が再調整される。最終的にアンテナ 50 の指向性、利得性、入力インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されると、その形態に関する情報（データ）が記憶部 55 に記憶される。

【0220】記憶部 55 には、アンテナ 50 を受信用として用いる場合（待機状態）と、アンテナ 50 を送信用として用いる場合とで個別に、アンテナ 50 の適正な形態が記憶されているので、アンテナ 50 の送受信の切り換え信号に応じて、記憶部 55 から形態設計部 53 に取

り出される記憶の内容を切り換えるように修正することができる。

【0221】なお、待機状態における指向性の低いアンテナ形態を採用しておき、いったん、電波信号を受信し始めた段階で、その電波信号を発するアンテナからの受信に適したアンテナ形態を決定し、動的にアンテナ形態の最適化を行ってもよい。

【0222】本実施形態によると、第 1～第 8 の実施形態で示されるような各種アンテナ 50 の適正な形態を、そのアンテナ 50 が使用される環境や、組み込まれる機器の種類などに応じて動的に決定し、実現することができる。

【0223】（第 10 の実施形態）図 32 は、本発明によるアンテナを備えた装置の他の実施形態を示すブロック図である。

【0224】本実施形態の装置は、第 9 の実施形態の構成に加えて、各々配置位置が互いに異なる指向性判別用の複数のプローブ 75a、75b、75c を備えている。図 32 には、3 つのプローブ 75a～75b が配置されている例が示されているが、プローブの数は 4 つ以上又は 2 つだけでもよい。

【0225】本実施形態における形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能は、第 9 の実施形態における形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能と同様である。

【0226】本実施形態においても、利得性やインピーダンス整合性は、第 9 の実施形態について説明したように実行される。以下においては、本実施形態に特徴的な指向性の判別方法を説明する。

【0227】まず、アンテナ 50 を送信用アンテナとして用いる場合の形態の調整手順について説明する。本実施形態において、通信回路 61 からアンテナ 50 に送信用の信号（一般には、テスト用に規格化された信号）が送られ、アンテナ 50 から外部に信号が送信されると、各プローブ 75a～75c により、各配置場所に応じて強弱が異なる信号がレベル検出部 71 に入力される。

【0228】そして、指向性判別部 72 において、高周波信号のレベルからアンテナ 50 の送信機能の指向性が許容範囲にあるか否かが判別される。具体的には、各プローブ 75a～75c によって受信信号のレベルが異なる場合には、各位置における受信信号のレベルの差がある範囲に入っていれば指向性が許容範囲にあると判別され、ある範囲になれば指向性が許容範囲にないと判別される。これによって、アンテナ 50 の送信時の指向性の良否が判別される。この場合、指向性ができるだけ小さい方が望ましい場合と、逆に指向性が高い方が望ましい場合があるので、良否を判定する範囲はアンテナが用いられる機器の種類や用途、受信・送信の別などによって変わってくる。

【0229】なお、レベル検出部 71 において、通信回

路 61 からアンテナ 50 に送られる信号のレベルと、各プローブ 75a ~ 75c で受信された信号のレベルとの双方を検出して、通信回路からアンテナ 50 に送られる信号や、そのアンテナからの反射波をも指向性の良否の判別に組み入れることができる。

【0230】次に、アンテナ 50 を受信用アンテナとして用いる場合には、プローブ 75a ~ 75c を用いずに、第 9 の実施形態と同様に、アンテナ 50 で受信された高周波信号のレベルを用いて、アンテナ 50 の受信時の指向性を判別することができる。ただし、プローブ 75a ~ 75c で受ける信号も参考的に使用することは可能である。

【0231】本実施形態では、第 9 の実施形態の効果に加えて、現実にはプローブ 75a ~ 75c で受信される信号のレベルに基づいて、送信時におけるアンテナ 50 の指向性の良否を判別することができるので、送信時におけるアンテナ 50 の指向性をより適正に調整しうる。

【0232】(第 11 の実施形態) 図 33 は、本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【0233】本実施形態においても、形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能は、第 9 の実施形態における形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作または機能と同様である。

【0234】図 33 に示すように、本実施形態の装置は、外部の通信回路 62 を利用する。すなわち、通信回路 61 からの信号をアンテナ 50 から送信した後、その送信信号が外部機器のアンテナで受信される。この送信信号に応じて外部の通信回路 62 から送られる信号を、再びアンテナ 50 で受けて、これをアンテナ 50 の形態の調整に利用することができる。

【0235】外部機器の通信回路 62 は、例えば、電話をかけることによって送られる時報や天気予報などの情報を送る回路である。アンテナ 50 の使用用途によっては、通信回路 62 を有するテスト用の特別な外部機器を用意することもできる。

【0236】本実施形態においては、アンテナ 50 を送信用及び受信用として用いる場合の双方について、同時にその形態の調整を行なうことが可能である。また、アンテナ 50 を送信用として用いる時には、既に説明した第 9 の実施形態の手順で、つまり、外部の通信回路を用いずに、指向性、利得性、インピーダンス整合性の良否を判別し、アンテナ 50 を受信用として用いる場合のみ、外部の通信回路 62 を利用することもできる。また、本実施形態にお手も、第 10 の実施形態のごとく、指向性判定のためのプローブ 75a ~ 75c を配置することができる。

【0237】指向性判別部 72 において、高周波信号のレベルからアンテナ 50 の受信時及び送信時の指向性が許容範囲にあるか否かが判別される。具体的には、アン

テナ 50 の向きによって、アンテナ 50 で受信される信号のレベルが異なる場合には、各向きにおける受信信号のレベルの差がある範囲に入っていれば送受信時の指向性が許容範囲にあると判別され、ある範囲になければ指向性が許容範囲にないと判別される。これによって、アンテナ 50 の送受信時における指向性の良否が判別される。この場合にも、指向性ができるだけ小さい方が望ましい場合と、逆に指向性が高い方が望ましい場合とがあるので、良否を判定する範囲はアンテナが用いられる機器の種類や用途などによって変わりうる。

【0238】また、利得判別部 73 において、アンテナ 50 で受信された信号の S/N 比が許容範囲にあるか否か、あるいは、通信回路 61 から送信される信号のレベルと、その後アンテナ 50 で受信された信号とのレベル比などに基づいて、アンテナ 50 の利得の良否が判別される。この場合、S/N 比や送信信号のレベルに対する受信信号のレベルの比が大きいことが望ましいので、これらの比がそれぞれある値以上であれば、利得が良好であると判定されることになる。

【0239】さらに、インピーダンス判別部 74 において、送信時にはアンテナ 50 から反射されてくる信号のレベルに基づいて、アンテナ 50 の送信時のインピーダンス整合性の良否が判定され、アンテナ 50 で受信された後通信回路 61 から反射されてくる信号のレベルに基づいて、アンテナ 50 と通信回路 61 とのインピーダンス整合性の良否が判別される。

【0240】好ましくは、指向性、利得性、インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されるまでは、形態設計部 53 においてアンテナの形態の設計をやり直し、形態設計制御部 54 および駆動部 51 により、アンテナ 51 の形態が動的に変更される。最終的にアンテナ 50 の指向性、利得性、入力インピーダンス整合性のすべてが良好であると判定されると、その形態に関する情報(データ)が記憶部 55 に記憶される。

【0241】(第 12 の実施形態) 図 34 は、本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【0242】本実施形態においても、形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能は、第 9 の実施形態における形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能と同様である。

【0243】図 34 に示すように、本実施形態の装置は、第 11 の実施形態におけるレベル検出部 71 に代えて、データ分析部 76 を備えている。本実施形態では、外部の通信回路 62 を利用することを前提としている。通信回路 61 からの信号をアンテナ 50 から送信した後、その信号が外部機器のアンテナで受信される。アンテナ 50 から送信した信号に応じて外部の通信回路 62 から送られてくる信号を、再びアンテナ 50 で受け、これをアンテナ 50 の形態の調整に利用する。

【0244】本実施形態における外部機器の通信回路 62 は、例えば、あるテスト信号を受けたときに、それに応答してデジタル信号を出力する回路である。外部機器の通信回路 62 としては、例えば、電話をかけることによって送られる時報や天気予報などの情報を送る回路を利用することもできる。

【0245】第 11 の実施形態では、送受信信号のレベルに応じてアンテナ 50 の形態を調整したのに対し、本実施形態においては、送受信信号のデータ内容を比較することにより、指向性、利得、インピーダンス整合性が適正範囲にあるか否かを判別する。他の機能は、第 11 の実施形態と同じである。本実施形態では、図 45 のフローチャートにおけるステップ S T 16 の代わりに、データ分析を行い、ステップ S T 17 の代わりに、データ分析の結果得られたデータと送信データとを比較している。

【0246】本実施形態においても、第 10 の実施形態のごとく、指向性判別のためのプローブ 75 a ~ 75 c を配置することができる。

【0247】(第 13 の実施形態) 図 35 は、本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【0248】本実施形態の装置は、第 9 の実施形態における駆動部 51 に代えて、形態機構の作製部 56 を備えている。本実施形態においても、形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能自体は、第 9 の実施形態における形態設計部 53、形態設計制御部 54 及び記憶部 55 の動作又は機能と同様である。

【0249】本実施形態では、第 11 の実施形態と同様の手順で、アンテナ 50 が受信用/送信用として機能する場合のそれぞれにおける指向性、利得、インピーダンス整合性などに基づいて、アンテナ 50 の形態の良否を判定し、適切なアンテナの形態を決定することができる。ただし、本実施形態では、アンテナの使用中にアンテナの形態を動的に変更することはできず、アンテナを組みこんだ装置を製造する工程段階でアンテナの形態を決定することになる。

【0250】なお、本実施形態においても、第 10 の実施形態のごとく、指向性判別のためのプローブ 75 a ~ 75 c を配置することができる。

【0251】[アンテナモジュール] 上記のアンテナを備えた装置の各実施形態では、図 29 に示すような駆動部 51 や形態設計制御部 54 などが端末装置などの各種装置に設けられている。このようなアンテナの形態を決定するための回路(アンテナの盛装回路)をアンテナと一体化した部品をアンテナモジュールとして製造し、販売することも可能である。

【0252】図 36 は、本発明によるアンテナと、このアンテナの形態を制御する回路とを一体化したアンテナモジュールを示している。このアンテナモジュールは、

集積回路チップのパッケージ 80 上に本発明のアンテナ 50 が固着されたものである。集積回路チップに形成された回路システムは、図 29 に示す駆動部 51、形態設計部 53、形態設計制御部 54、記憶部 55、レベル検出部 71、指向性判別部 72、利得判別部 73、インピーダンス判別部などのアンテナ制御回路を含んでおり、好ましくは、通信回路 61 をも含んでいる。

【0253】このようなアンテナモジュールは、図 36 に示す形態端末(携帯電話を含む)などの装置 90 に組み込まれて使用される。アンテナモジュールを搭載する装置 90 や、その装置 90 の使用環境に応じて、適切なアンテナの形態は異なる。本発明のアンテナモジュールによれば、携帯端末の使用状況に応じてアンテナの形態が最適な形態に自動的に変化する。

【0254】図 37 (a) は、図 36 の携帯端末が待ち受けモードにあるときのアンテナ 50 の指向性を模式的に示している。待ち受けモードでは、広い指向性を示すようにアンテナ 50 の形態が設定される。通信の相手を探るモードでは、指向性が強い形態をアンテナ 50 に与え、かつ、その形態を逐次変更することにより、図 37 (b) に示すように、アンテナ 50 の指向性の強い方向を変化させる。上記の探索モードでは、相手機から発せられる電波の発信源方向を見つけ出すと、図 37 (c) に示すように、発信源の方向に最も指向性が強くなる形態をアンテナ 50 に付与し、電波の送受信を効率的に行う。

【0255】(第 14 の実施形態) 図 38 は、本発明のアンテナが用いられる通信システムの例を示す斜視図である。図 38 には、ミリ波を利用した通信システムが例示されている。同図に示すように、基幹光ファイバライン(Trunk Line 0-Fiber)から分岐する多数の光ファイバラインの先端にそれぞれ基地局が設けられている。また、各基地局から各家庭(又はオフィス)にミリ波による通信を行なうための無線通信網が形成されている。そして、各家庭又はオフィスの無線端末(移動局)では、ミリ波を用いて、基地局から各家庭又はオフィスの機器に対する各種メディアの供給や、インターネット通信や、移動局間の通信などをすることが可能になっている。つまり、ミリ波は光に近い波長を有するため、物体による電波妨害を受けやすい。このため、基地局までは光ファイバ網を介して光通信によるデータの送受信が行われ、基地局で光信号と電気信号との間で変換が行われる。そして、家庭又はオフィスと基地局との間では、ミリ波を利用したワイヤレスアクセスが可能となる。

【0256】本発明のアンテナは、上記のワイヤレスアクセスを行う際の送受信に好適に用いられる。システムの一部においては、基幹光ファイバラインに直接接続される基地局と、携帯情報端末や企業内の端末との間で、本発明のアンテナを介するワイヤレスアクセスが可

能である。

【0257】図39は、図38に示す基地局と、各家庭やオフィス内の無線端末との間における通信システムの構成を概略的に示すブロック図である。同図に示す通信システムは、光ファイバー網（ネットワーク）100を介して互いに接続される多数の基地局101と、各基地局101を介して互いに通信を行なうための無線端末102とを備えている。各基地局101は、電波の受信、送信を行なうためのアンテナ装置111と、アンテナ装置111で受信した電波信号を増幅するなどの機能を有する受信増幅部112と、アンテナ装置111に増幅した高周波信号を送り込むための送信増幅部113と、受信増幅部112や送信増幅部113に接続される無線送受信部114と、各デバイスの動作を制御するための制御部115と、基地局101と光ファイバー網100との間の信号を接続するための有線接続部116とを備えている。また、無線端末102は、電波の受信、送信を行なうためのアンテナ装置121と、アンテナ装置121で受信した電波信号を増幅するなどの機能を有する受信増幅部122と、アンテナ装置121に増幅した高周波信号を送り込むための送信増幅部123と、各デバイスの動作を制御するための制御部125とを備えている。

【0258】図40は、基地局101の内部構成をより詳細に示すブロック回路図である。同図に示すように、アンテナ装置111は、アンテナ本体111aと、アンテナ本体111aの送受信を切り換えるためのアンテナスイッチ111bとによって構成されている。なお、受信増幅部112は、フィルタ131と、低雑音アンプ（LNA）132とを直列に2段ずつ配置して構成されている。無線送受信部114には局所増幅器と高周波発信器との出力を混合して高周波信号を生成するためのミキサ134が配置されている。送信増幅器113には、ドライバアンプ135と、フィルタ136と、ミドルアンプ137と、メインアンプ138とが配置されている。有線接続部116は、音声信号を処理するためのベースバンド信号処理部117と、インターフェース部118と、光ファイバー網（ネットワーク）100に接続される交換制御部119とによって構成されている。なお、図示しないが、光信号と電気信号との間で変換を行う信号変換装置がインターフェース部118に設けられている。

【0259】本発明のアンテナは、アンテナ本体111aとして用いられ、例えばスロットアンテナ中の1つのスロットとして機能する。

【0260】以上の各実施形態では、特に形態が動的に変化するアンテナに本発明を適用した場合について説明してきたが、本発明の設計方法は、図1(a)や図2

(a)に示すような形態が固定されたアンテナを設計する場合にも適用できる。

【0261】

【発明の効果】本発明によれば、取り得る形態の多数の組合せの中から、必要な特性を示す最適なアンテナ形態を適切に見つけ出すことができるため、設計者の経験的知識に基づいてアンテナの概略形態を選択していた従来の設計方法では到底得られなかったアンテナ形態を選択することが可能である。また、設計者の熟練が不要になるため、アンテナ設計に必要なコストが低減される。

【0262】また、本発明によれば、上記の設計方法によって選択された形態を動的に実現できるアンテナを備えた装置を提供することができる。このような動的に形態が変化する場合、通信状況に応じて最適な形態を示すアンテナを形成することができる。また、このようなアンテナを備えた装置を用いることより、種々の形態をもつアンテナの特性を実際に測定・評価して好ましいアンテナ形態を選択することが容易に行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、従来の電流制御型の平面アンテナの構造例を示す平面図であり、(b)は、本発明による電流制御型の平面アンテナの構造例を示す平面図である。

【図2】(a)は、従来の磁流制御型の平面アンテナの構造例を示す平面図であり、(b)は、本発明による磁流制御型の平面アンテナの構造例を示す平面図である。

【図3】(a)は、本発明による平面アンテナの第1の実施形態における導電体要素12の配列を示す斜視図であり、(b)は、その上に接続要素13が配置された状態のアンテナを示す斜視図である。

【図4】(a)から(c)は、それぞれ、本発明の第1の実施形態における種々の平面形状を持つ導電体要素12のアレイを示す平面図である。

【図5】(a)から(c)は、それぞれ、本発明の第1の実施形態における導電体要素12のアレイの他の配置例を示す平面図である。

【図6】(a)から(c)は、それぞれ、本発明の第1の実施形態における導電体要素12のアレイの更に他の配置例を示す平面図である。

【図7】第1の実施形態における接続要素の第1具体例を示す断面図である。

【図8】第1の実施形態における接続要素の第2具体例を示す断面図である。

【図9】第1の実施形態における接続要素の第3具体例を示す断面図である。

【図10】本発明によるアンテナの第2の実施形態を示す断面図である。

【図11】図10のアンテナにおける電流の流れを示す断面図である。

【図12】(a)は、本発明によるアンテナの第3の実施形態の外観構造を示す斜視図であり、(b)は、誘電体基板及び導電体要素を除去した状態のアンテナを示す斜視図である。

【図 13】(a) および (b) は、それぞれ、本発明のアンテナの第 3 の実施形態における導通手段の第 1 具体例を示す断面図である。

【図 14】(a) および (b) は、それぞれ、本発明のアンテナの第 3 の実施形態における導通手段の第 2 具体例を示す断面図である。

【図 15】(a) および (b) は、それぞれ、本発明のアンテナの第 3 の実施形態における導通手段の第 3 具体例を示す断面図である。

【図 16】本発明によるアンテナの第 4 の実施形態の外観構造を示す斜視図である。

【図 17】本発明によるアンテナの第 5 の実施形態の構造を示す斜視図である。

【図 18】本発明によるアンテナの第 5 の実施形態の概観構造を示す斜視図である。

【図 19】(a) は、3 つの導電体要素の下方に 3 つの第 1 誘電体要素が存在している平面アンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 20】(a) は、3 つの導電体要素のうち両端の導電体要素の下方には大面積の第 1 誘電体要素が存在し、中央の導電体要素 12 の下方には小面積の第 2 誘電体要素が存在しているアンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 21】(a) は、3 つの導電体要素の下方に 3 つの第 1 誘電体要素が存在している平面アンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 22】(a) は、両端の導電体要素の下方には高い誘電率 ϵ_1 を有する第 1 誘電体要素が存在し、中央の導電体要素の下方には低い比誘電率 ϵ_2 を有する第 2 誘電体要素が存在しているアンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 23】(a) は、3 つの導電体要素の下方に 3 つの第 1 誘電体要素が存在している平面アンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 24】(a) は、両端の導電体要素の下方には平均的な比誘電率が高い第 1 誘電体要素が存在し、中央の導電体要素の下方には平均的な比誘電率が低い第 2 誘電体要素が存在しているアンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 25】(a) は、3 つの導電体要素がそれぞれ誘電体要素に接触している平面アンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 26】(a) は、両端の導電体要素は誘電体要素に接触しているが、中央の導電体要素が誘電体要素から離れているアンテナの断面図であり、(b) は、その平面図である。

【図 27】本発明によるホーンアンテナを示す斜視図である。

【図 28】本発明によるスロットアンテナを示す斜視図である。

【図 29】本発明によるアンテナを備えた装置の実施形態を示すブロック図である。

【図 30】アンテナ形態と指向性などとの関係の一例を示す図である。

【図 31】アンテナの形態を変更しながら、アンテナの指向性／利得／インピーダンスを測定する手順の例を示したフローチャートである。

【図 32】本発明によるアンテナを備えた装置の他の実施形態を示すブロック図である。

【図 33】本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図 34】本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図 35】本発明によるアンテナを備えた装置の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図 36】本発明によるアンテナと、このアンテナの形態を制御する回路とを一体化したアンテナモジュールの一例を示す斜視図である。

【図 37】(a) から (c) は、アンテナの形態が変化することによって指向性を変えることを模式的に示す斜視図である。

【図 38】本発明のアンテナが用いられる通信システムの例を示すブロック図である。

【図 39】図 38 に示す基地局と各家庭やオフィス内の無線端末との間における通信システムの構成を概略的に示すブロック図である。

【図 40】基地局の内部構成をより詳細に示すブロック回路図である。

【図 41】本発明の設計方法の手順例を示すフローチャートである。

【図 42】アンテナの形態をマトリクス変数によって記述する一例を説明する図面である。

【図 43】アンテナの形態をマトリクス変数によって記述する他の例を説明する図面である。

【図 44】電磁界パターンを求める際に好適に用いられる有限要素法における有限要素を示す図である。

【図 45】本発明の設計方法の他の手順例を示すフローチャートである。

【図 46】遺伝子アルゴリズムを説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 誘電体基板
- 10 単位セル
- 12 導電体要素
- 13 接続要素
- 14 接地導電体板
- 17 誘電体膜
- 2、3 導電体
- 2a 導電体 2 の端部
- 50 アンテナ

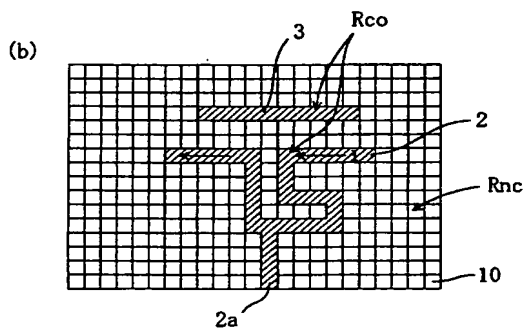
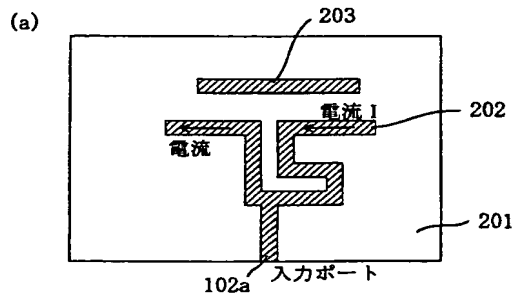
47

48

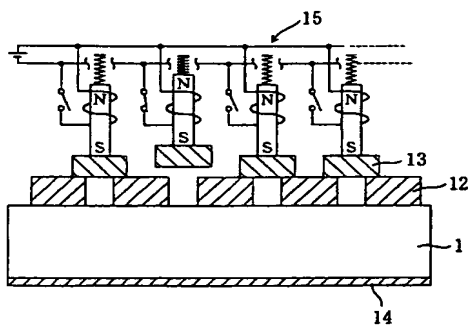
- 51 駆動部
- 53 設計部
- 54 形態設計制御部
- 55 記憶部
- 61 通信回路

- 71 レベル検出部
- 72 指向性判別部
- 73 利得判別部
- 74 インピーダンス判別部

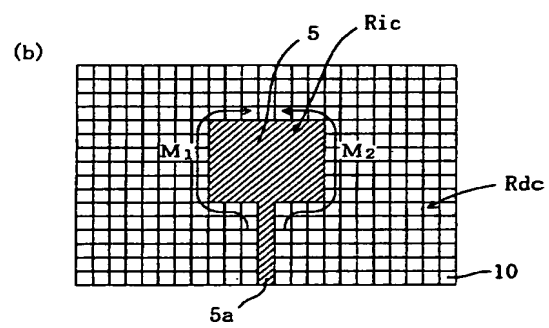
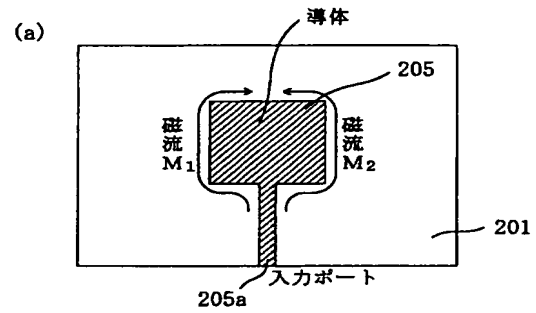
【図 1】



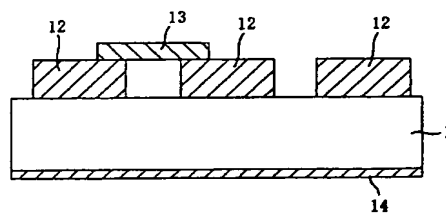
【図 7】



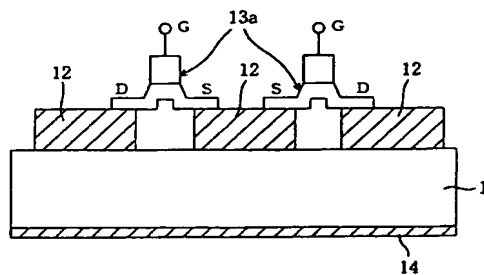
【図 2】



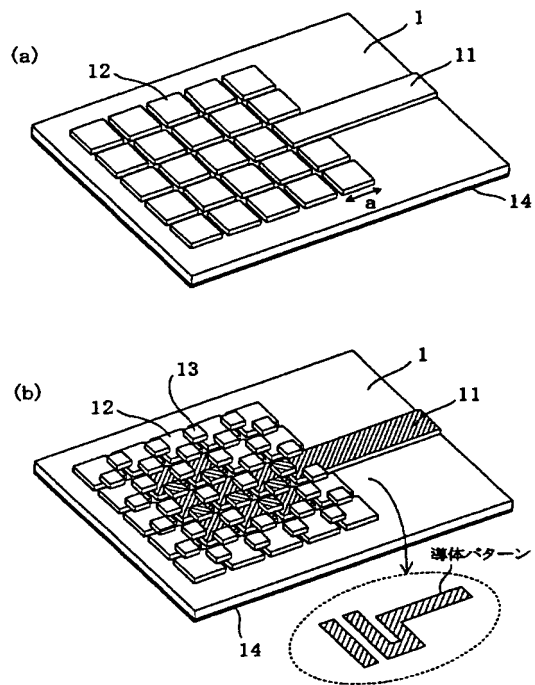
【図 8】



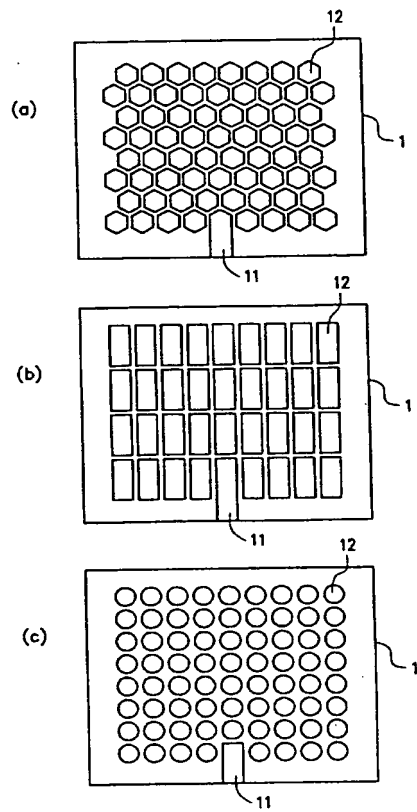
【図 9】



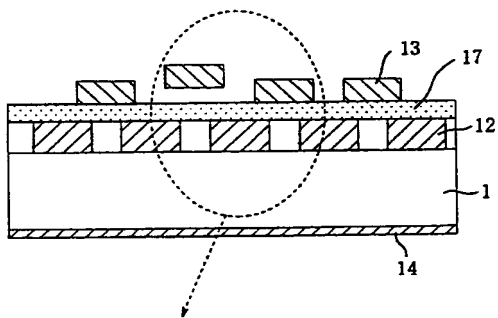
【図 3】



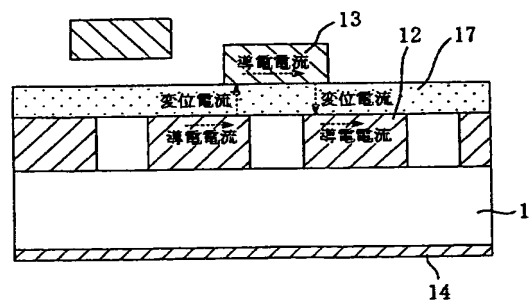
【図 4】



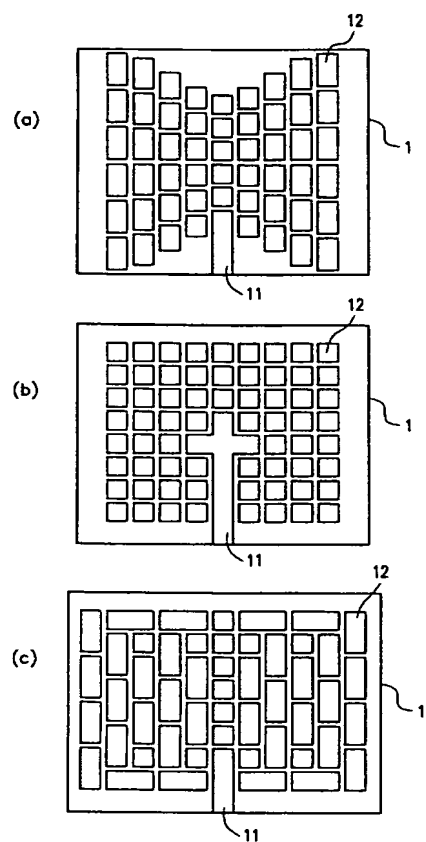
【図 10】



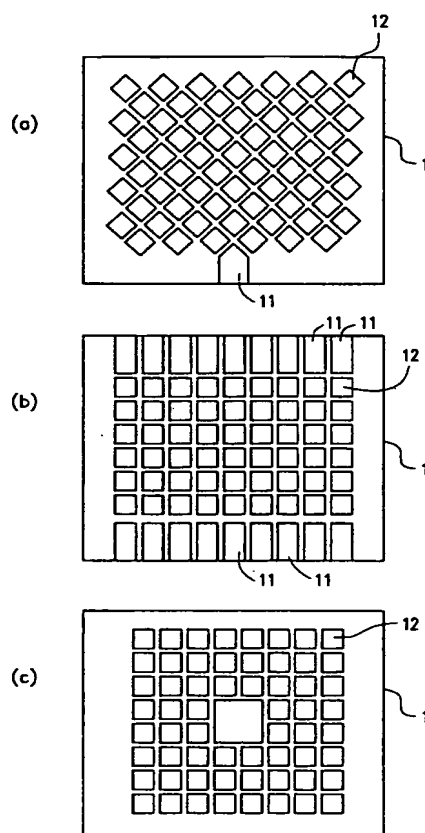
【図 11】



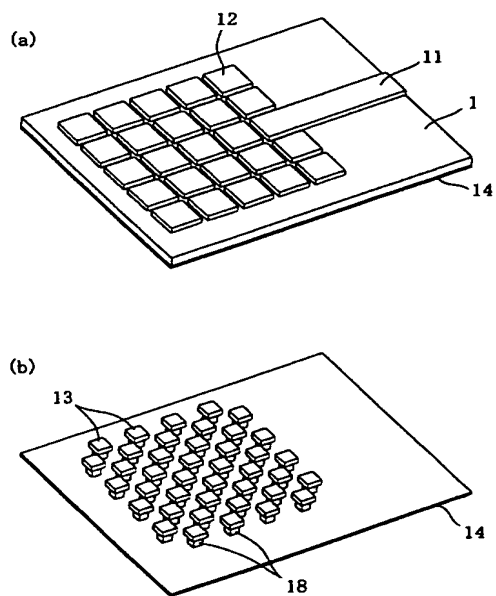
【図 5】



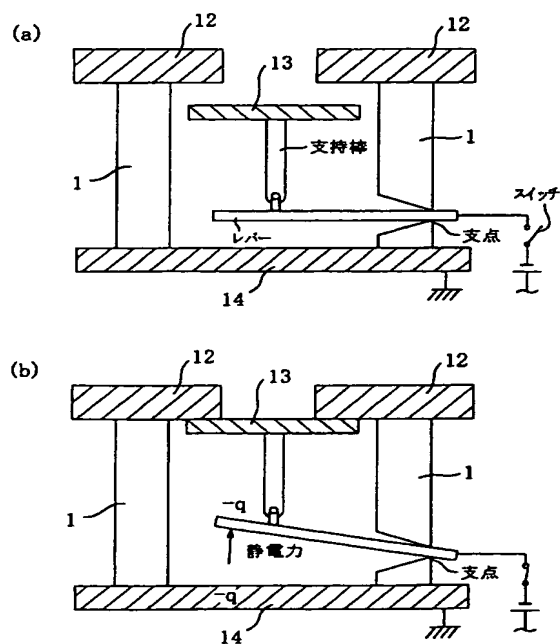
【図 6】



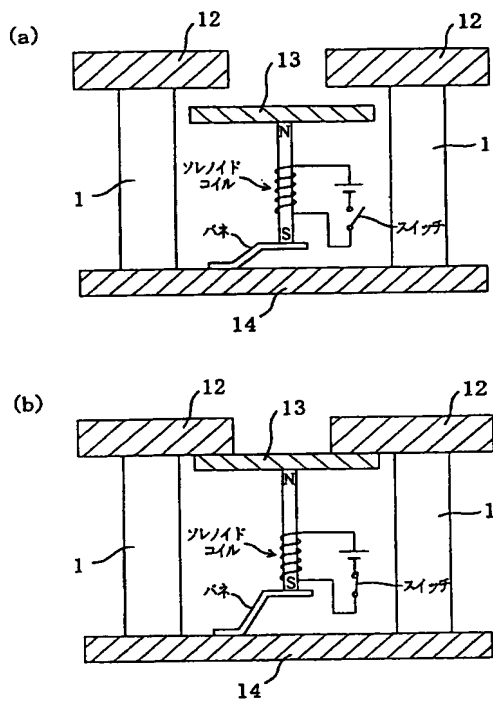
【図 1 2】



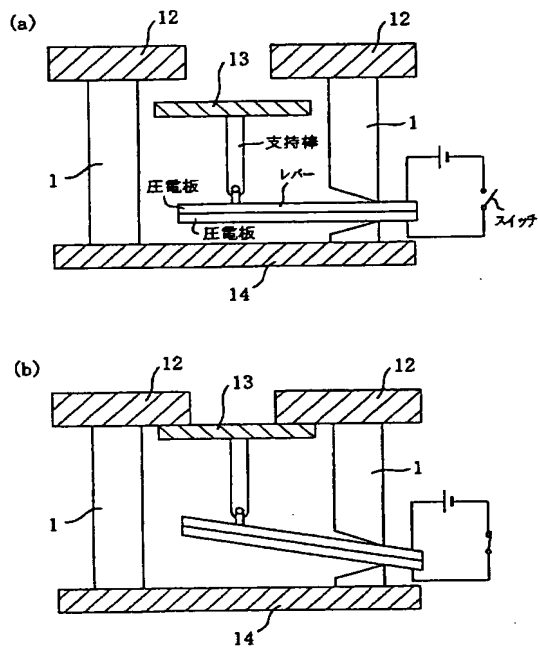
【図 1 4】



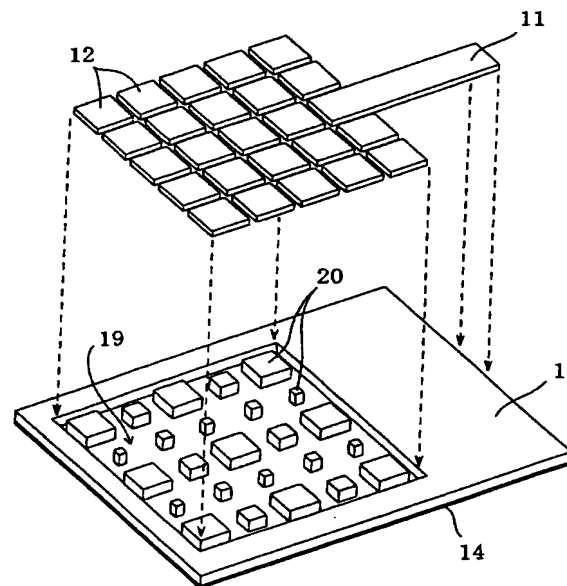
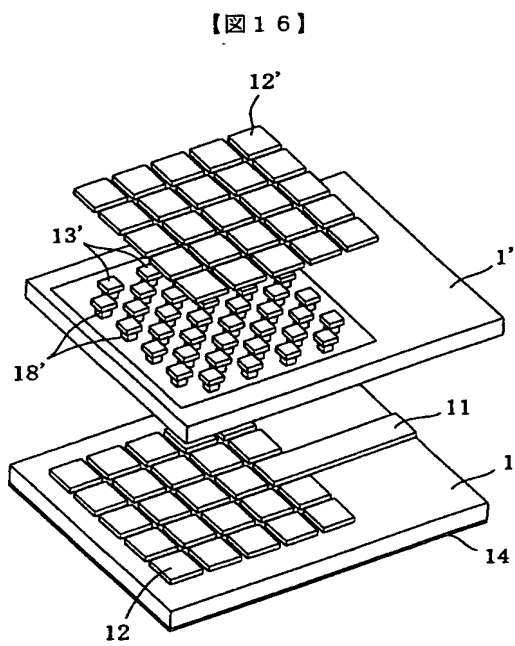
【図 13】



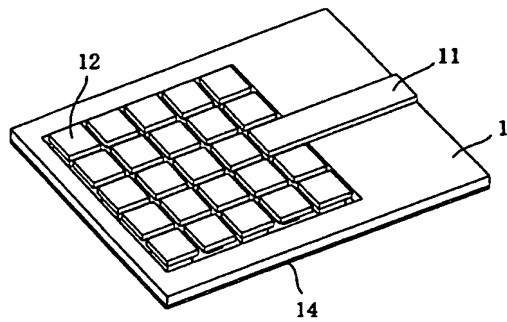
【図 15】



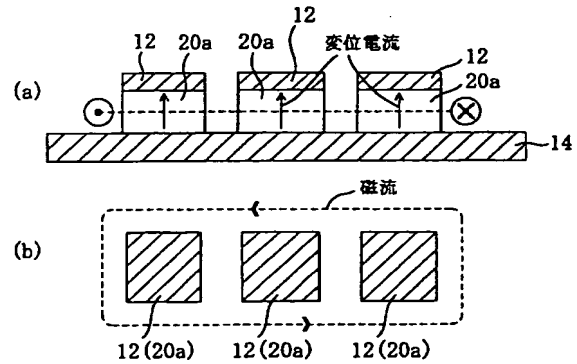
【図 17】



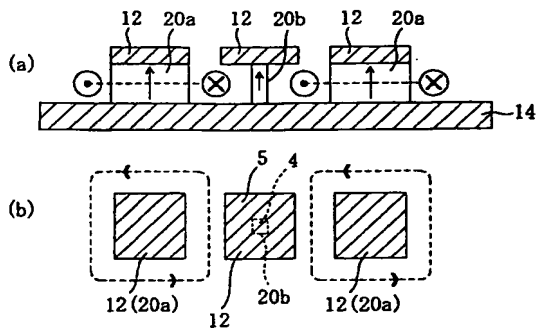
【図 18】



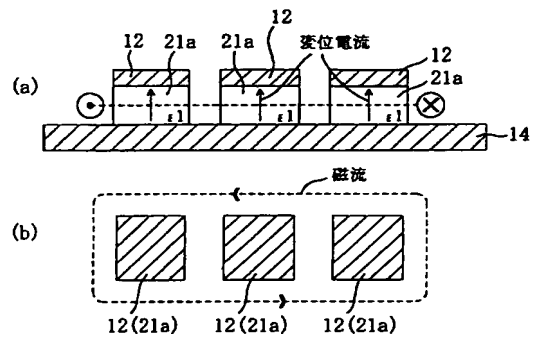
【図 19】



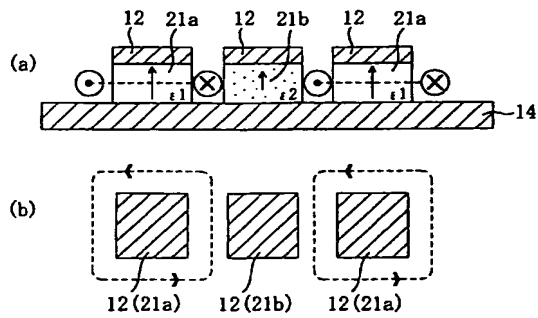
【図 20】



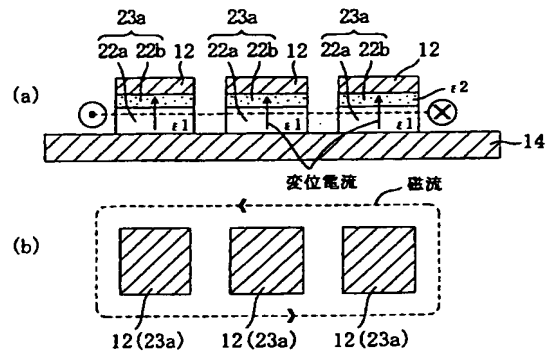
【図 21】



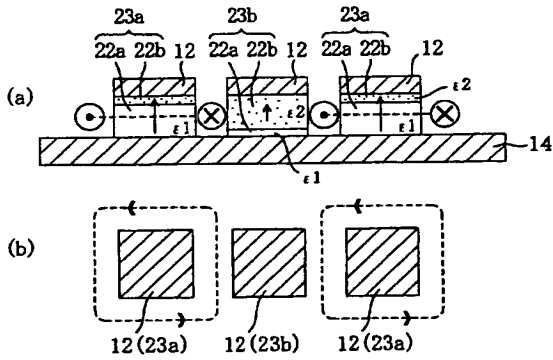
【図 22】



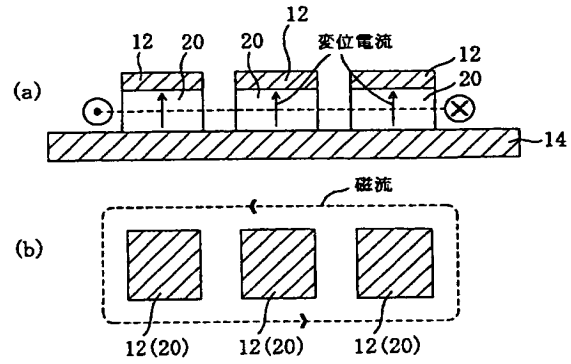
【図 23】



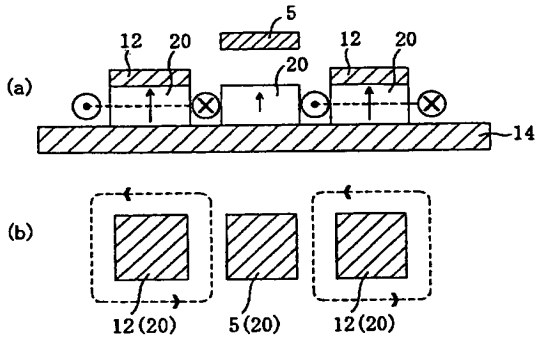
【図24】



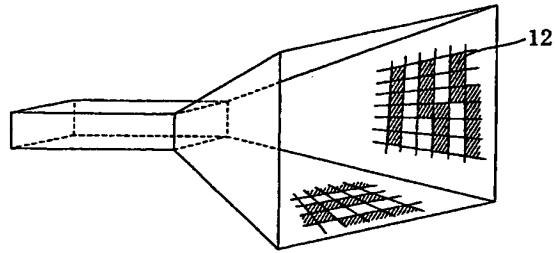
【図25】



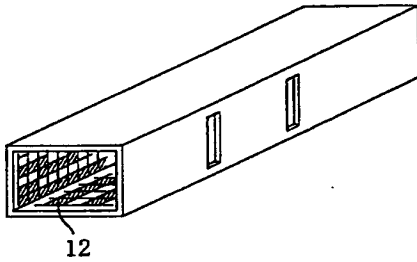
【図26】



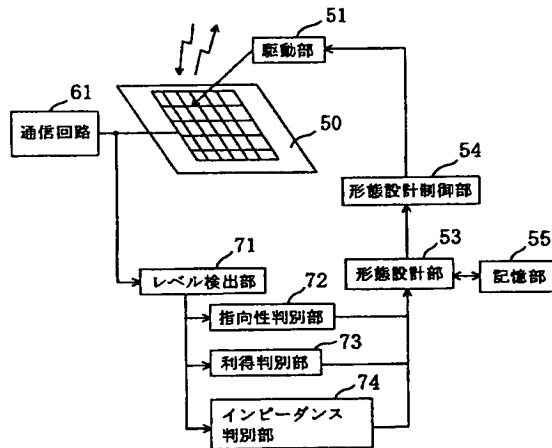
【図27】



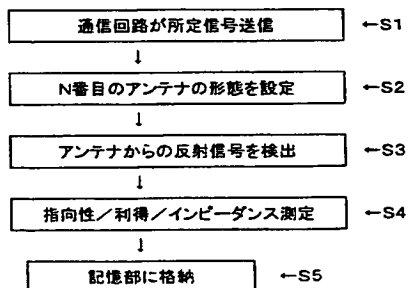
【図28】



【図29】



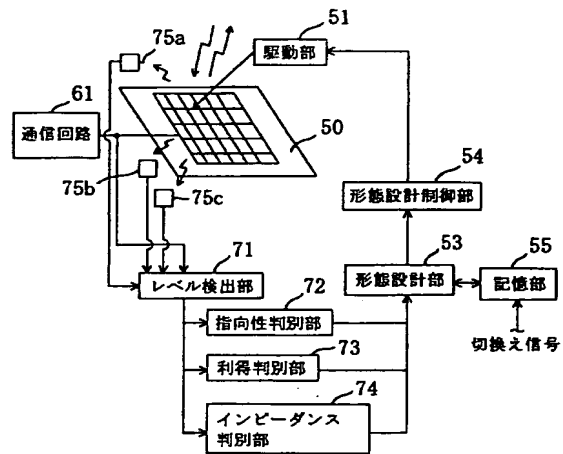
【図31】



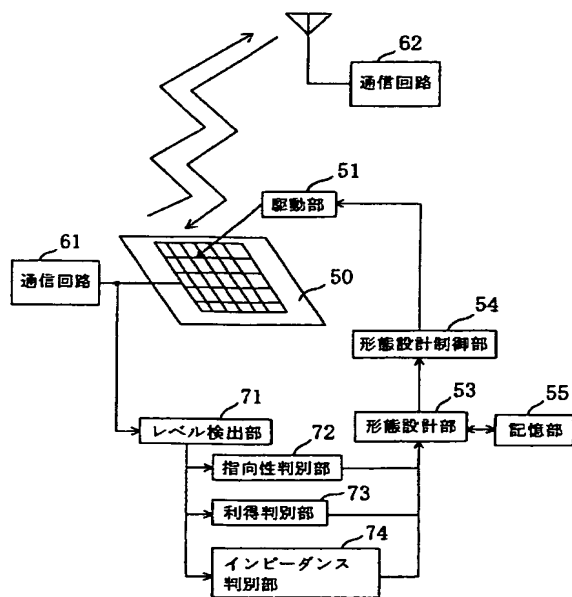
【図 30】

| アンテナ影響 | 指向性 | 利得 | インピーダンス |
|--------|-----|----|---------|
| | △ | △ | ○ |
| | ○ | ○ | △ |
| | ◎ | ○ | △ |

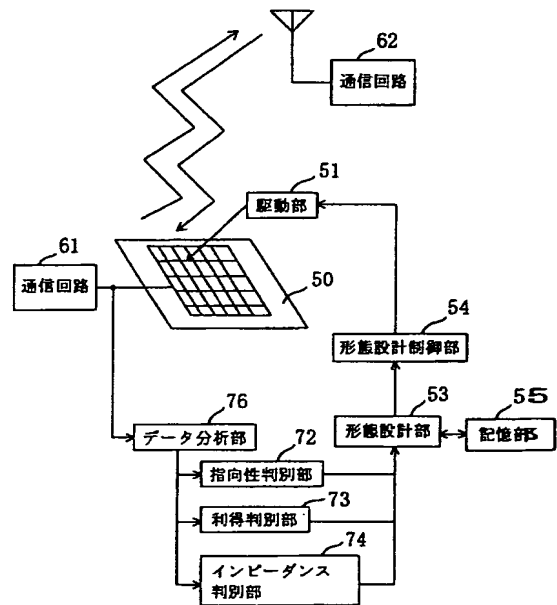
【図 32】



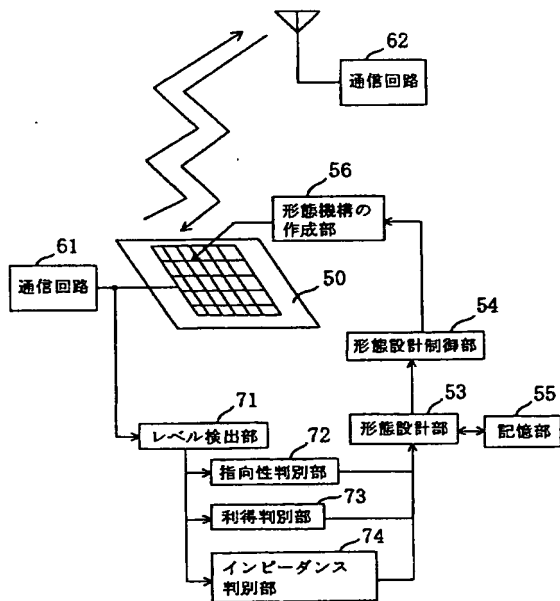
【図 33】



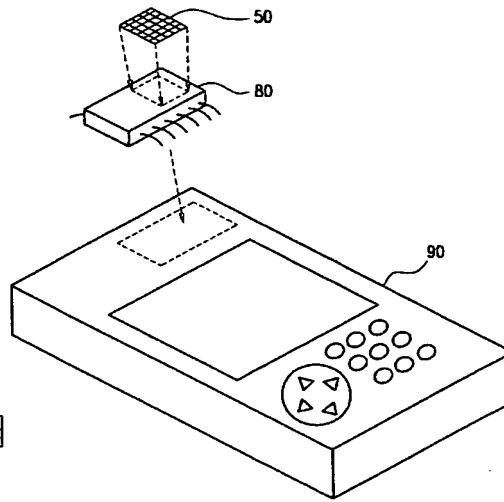
【図 34】



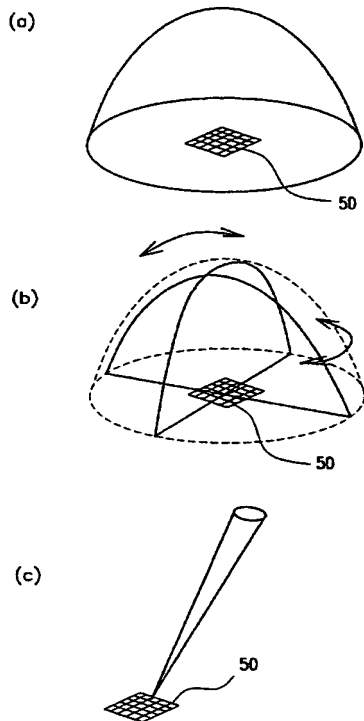
【図 35】



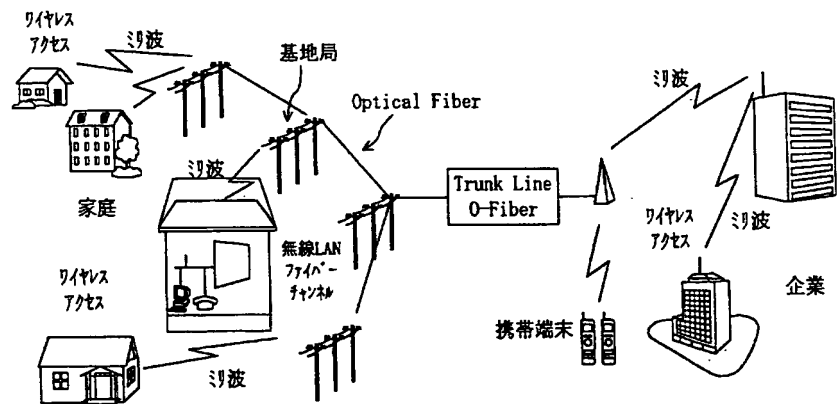
【図 36】



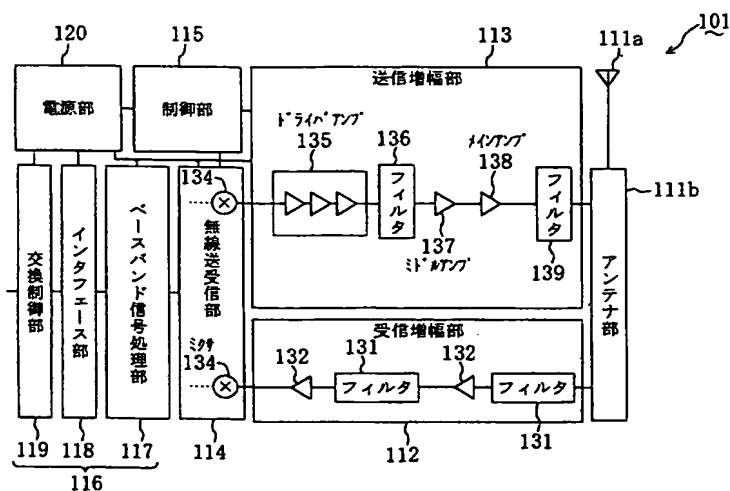
【図 37】



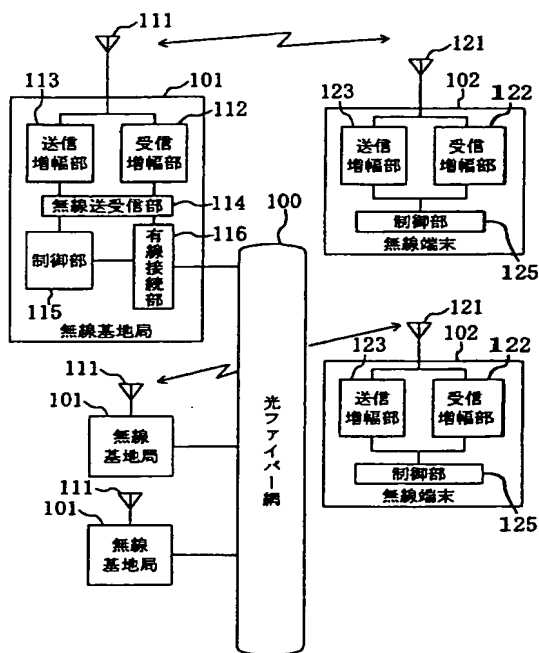
【図 38】



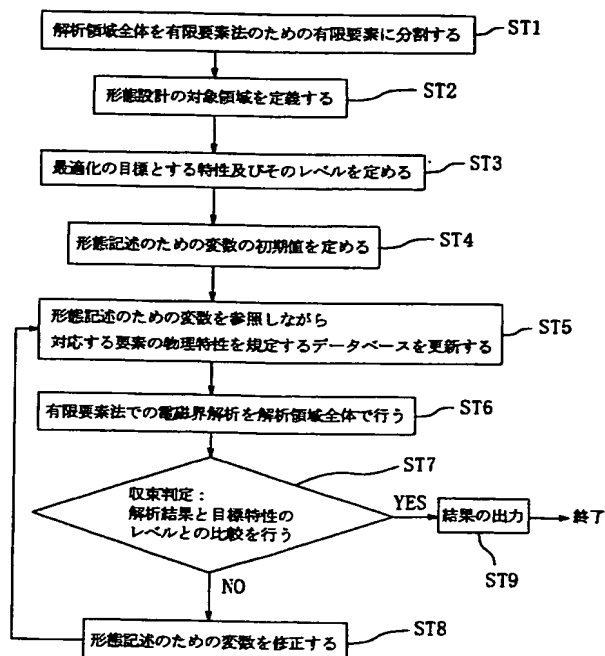
【図 39】



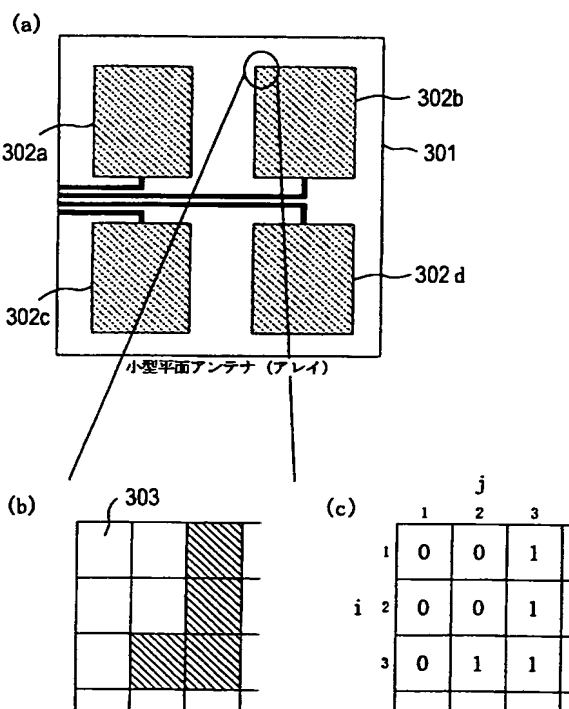
【図 40】



【図 41】



【図 42】



フロントページの続き

(72)発明者 岡嶋 道生
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5J045 AA01 AA05 AA21 DA10 EA07
HA03 NA01 NA03
5J046 AA03 AA04 AB03 AB13 BA00
BA03

This Page Blank (uspto)